


# Corrosão & Proteção

 ABRACO  
Associação Brasileira de Corrosão

ISSN 0100-1485

Ciência e Tecnologia em Corrosão

  
APORTE  
EDITORIAL

Ano 7  
Nº 34  
Set/Oct 2010

## ENTREVISTA

*Fernando Coelho,  
coordenador do  
Comitê Setorial  
de Proteção  
Catódica*

## CORROSÃO EXTERNA

*Seminário  
ABRACO/IPT  
amplia debate  
sobre proteção  
anticorrosiva*

## PESQUISA

*Investigação  
de oxidação  
seletiva em aço  
dual phase*

# Corrosion Resistant Coatings

## Pós-tratamentos Pretos - Sistemas Perfeitamente Combinados



### Inovação em Acabamentos Pretos

Os processos de Zinco preto de última geração da Atotech foram desenvolvidos para atender às expectativas da indústria automotiva e de parafusos quanto à proteção contra corrosão de desempenho superior. Os processos estão em conformidade com as diretrizes ELV, RoHS e WEEE.

#### Sistemas pretos para Zinco

- Zinco alcalino livre de Cianeto

Passivador	Selante	Desempenho
Unifix® Zn 3-28L	Sealer 3500 WL	72 - 120 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,10 - 0,16 coeficiente de atrito
Unifix® Zn 3-28L	Sealer 3500 WL2	72 - 120 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,10 - 0,18 coeficiente de atrito
Passivador	Post-dip	Desempenho
Tridur® Zn H1	Tridur® Finish 300	72 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,3 - 0,4 coeficiente de atrito

- Zinco ácido e Zinco Cianídrico

Passivador	Selante	Desempenho
Tridur® Zn H2	Sealer 3500 WL	72 - 120 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,10 - 0,16 coeficiente de atrito

- Sistemas pretos para Zinco Ferro

Passivador	Selante	Desempenho
Unifix® Fe 3-24L	Sealer 3500 WL	2 ciclos para corrosão branca (VDA-621-415) 240 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,10 - 0,16 coeficiente de atrito

- Acabamentos pretos para Zinco Níquel

Altamente requisitado pela indústria automotiva devido a sua maior proteção contra a corrosão e possibilidade de montagens com Alumínio.

Passivador	Selante	Desempenho
Unifix® Ni 3- 30 L	Sealer 3600 WL	240 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,09 - 0,15 coeficiente de atrito
Unifix® Ni 3- 30 L	Sealer 3500 WL2	240 horas para corrosão branca (ISO 9227) 0,10 - 0,16 coeficiente de atrito
Passivador	Top Coat	Desempenho
Rodip® ZnX dark	PPG	480 horas para corrosão branca (ISO 9227)

Estão disponíveis também outras versões de produtos com lubrificação interna, ajustados para diferentes necessidades de *torque tension*.

Atotech do Brasil Galvanotécnica Ltda.  
Rua Maria Patrícia da Silva, 205  
Taboão da Serra • SP • CEP 06787-480 • Brasil  
Tel.: + 55 11 4138.9900 • Fax: + 55 11 4138.9909  
atotech.tabo@atotech.com • www.atotech.com.br  
SEA: 0800 55 91 91

#### Diretoria

**Presidente**  
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC  
**Vice-presidente**  
Eng. João Hipólito de Lima Oliver – PETROBRAS/TRANSPETRO  
**Diretora Financeira**  
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT  
**Gerente Administrativo/Financeiro**  
Walter Marques da Silva

#### Diretoria Executiva

Eng. Fernando Benedicto Mainier – UFF  
Eng. Fernando de Loureiro Fragata – CEPTEL  
Mauro José Deretti – WEG  
M.Sc. Neusvaldo Lira de Almeida – IPT  
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT  
Eng. Rosileia Mantovani – Alzo  
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

#### Conselho Científico

M.Sc. Djalma Ribeiro da Silva – UFRN  
M.Sc. Elaine Dalledone Kenny – LACTEC  
M.Sc. Hélio Alves de Souza Júnior  
Dra. Idalina Vieira Aoki – USP  
Dra. Iéda Nadja S. Montenegro – NUTEC  
Dr. José Antonio da C. P. Gomes – COPPE  
Dr. Luís Frederico P. Dick – UFRGS  
M.Sc. Neusvaldo Lira de Almeida – IPT  
Dra. Olga Baptista Ferraz – INT  
Dr. Pedro de Lima Neto – UFC  
Dr. Ricardo Pereira Nogueira – Université Grenoble – França  
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ

#### Conselho Editorial

Eng. Aldo Cordeiro Dutra – INMETRO  
Dra. Denise Souza de Freitas – INT  
Eng. Jorge Fernando Pereira Coelho  
Dr. Ladimir José de Carvalho – UFRJ  
Eng. Laerce de Paula Nunes – IEC  
Dr. Luiz Roberto Martins Miranda – COPPE  
Eng. Pedro Paulo Barbosa Leite  
Dra. Simone Louise D. C. Brasil – UFRJ/EQ  
Simone Maciel – ABRACO  
Dra. Zehbour Panossian – IPT

#### Revisão Técnica

Célia A. L. dos Santos – IPT  
Idalina Vieira Aoki – USP  
Zehbour Panossian – IPT

#### Redação e Publicidade

Aporte Editorial Ltda.  
Rua Emboacava, 93  
São Paulo – SP – 03124-010  
Fone/Fax: (11) 2028-0900  
aporte.editorial@uol.com.br



#### Diretores

João Conte – Denise B. Ribeiro Conte

#### Editor

Alberto Sarmiento Paz – Vogal Comunicações  
redacao@vogalcom.com.br

#### Repórteres

Henrique A. Dias e Carlos Sbarai

#### Projeto Gráfico/Edição

Intacta Design – info@intactadesign.com

#### Gráfica

Van Moorsel

Esta edição será distribuída em novembro de 2010.

As opiniões dos artigos assinados não refletem a posição da revista. Fica proibida sob a pena da lei a reprodução total ou parcial das matérias e imagens publicadas sem a prévia autorização da editora responsável.



6

### Entrevista

*Certificação valoriza o profissional do setor*

8

### ABRACO Informa

9

### Cursos e Eventos Calendário 2010/2011

16

### Corrosão Externa Seminário ABRACO/IPT amplia debate sobre proteção anticorrosiva

23

### Novas Parcerias

34

### Opinião

*Os três mosqueteiros da gestão pessoal*  
Sueli Brusco

### Artigos Técnicos

10

#### Investigação de oxidação seletiva em aço dual phase

Por Laureanny Madeira, Vanessa de  
Freitas Cunha Lins e Evandro Alvarenga

14

#### Elastômero de poliuréia a spray – EPS

Por Joel Pummer Celestino

24

#### Corrosão em superfície metálica com proteção de resina fenólica

Coordenado por Profa.

Cheila G. Mothé

## Captação *profissional* na ordem do dia

O GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS DA OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO E DO MTE – Ministério do Trabalho e Emprego define a certificação profissional como “o reconhecimento formal dos conhecimentos, habilidades, atitudes e competências do trabalhador, requeridos pelo sistema produtivo e definidos em termos de padrões ou normas acordadas previamente, independentemente da forma como foram adquiridos”.

Partindo dessa definição, fica claro de que a certificação profissional tem papel relevante na busca por melhores índices de produtividade e segurança em diversas operações; e por isso ela é incentivada por entidades que representam diversos setores da economia, principalmente no Brasil onde a mão de obra qualificada é um problema crônico, cujo resultado todos sabem: retrabalhos, serviços com qualidade inferior, perda de produtividade, enfim uma série de situações que limitam efetivamente o crescimento econômico. Por outro lado, não adianta ficar se lamentando e/ou procurando eventuais culpados por essa situação. O negócio é investir pesada e rapidamente para solucionar o problema.

*A certificação em Proteção Catódica é uma tendência mundial. Diversos países na Europa e os Estados Unidos já adotaram tal iniciativa.*

*O Brasil já deu os primeiros passos*

A ABRACO sempre foi uma grande incentivadora da certificação profissional e já gerencia esse processo na área de pintura industrial níveis I e II. Embora muitos considerem que esse aperfeiçoamento devesse ser voluntário, a falta de tradição cultural e o fato de que a imperícia de quem atua em proteção catódica implicar graves riscos de segurança para a sociedade são motivos suficientes para respaldar o estudo para sua implantação compulsória.

A certificação em Proteção Catódica é uma tendência mundial. Diversos países na Europa (na Alemanha, a obrigatoriedade de certificação existe desde 1976) e os Estados Unidos já adotaram tal iniciativa. O grupo de trabalho constituído no Brasil já deu os primeiros passos e a qualificação consistirá de provas teóricas e práticas, envolvendo os diversos aspectos relacionados à proteção catódica, tais como medições em campo, revestimentos anticorrosivos, comissionamento de sistemas, entre outros pontos.

**Comprometimento** – É importante ressaltar o comprometimento demonstrado pela PETROBRÁS no desenvolvimento da cultura da certificação profissional no Brasil, ao construir uma unidade piloto que poderá ser utilizada na aplicação dos exames de qualificação de proteção catódica, dentro do Centro de Tecnologia de Dutos, o CTDUT, em Duque de Caxias – RJ, no âmbito do Programa Tecnológico de Transporte Dutoviário – PROTRAN.

São iniciativas como essa, na qual ocorre uma conjunção de interesses de diversos atores do setor da proteção corrosiva, que elevam o segmento como um todo e contribuem para a excelência da qualificação profissional e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade das nossas empresas.

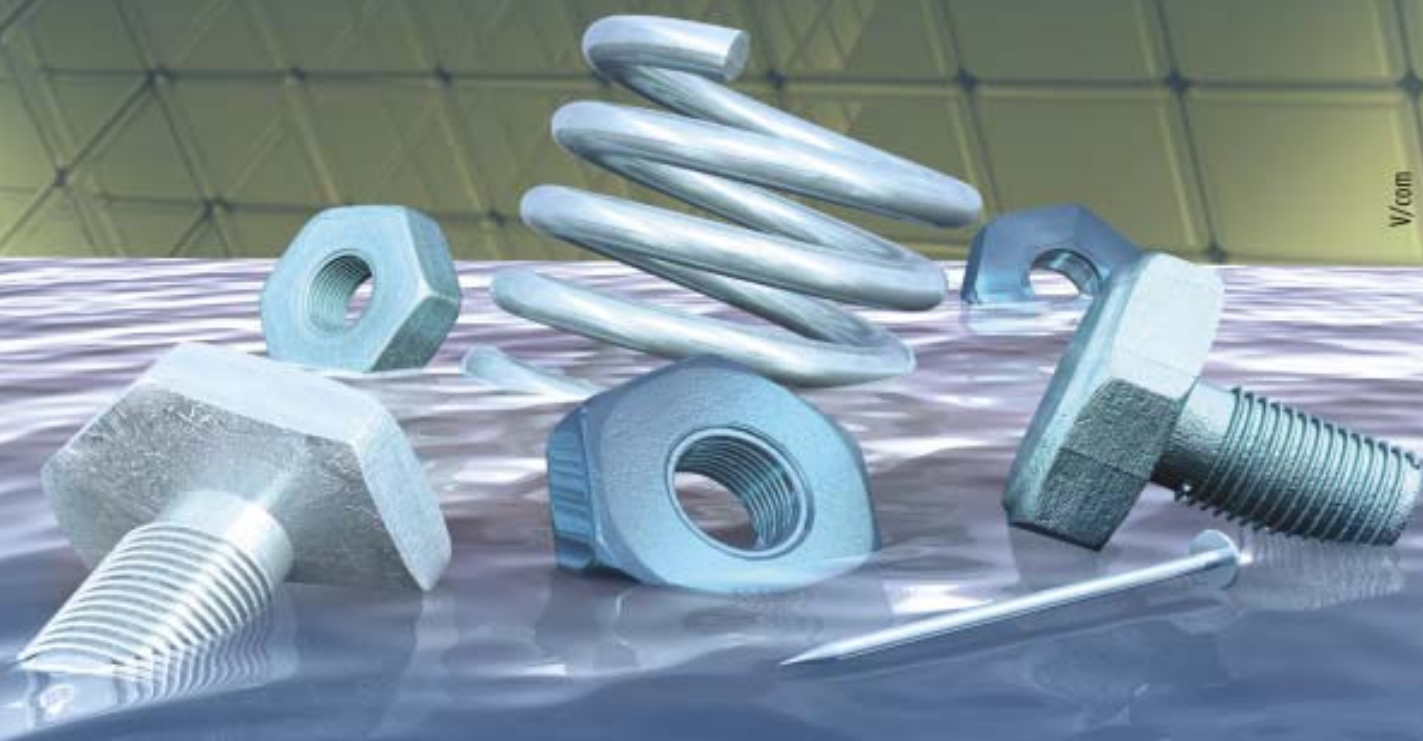
Como não poderia deixar de ser a **Revista Corrosão & Proteção** está atenta a essas iniciativas e traz nesta edição a cobertura dos eventos promovidos pela ABRACO relacionados com a certificação profissional, para que os leitores possam acompanhar o desenvolvimento do processo de qualificação, que cada vez mais estará presente nas relações de trabalho entre profissionais e empresas do setor.

Boa leitura!

Os editores

O melhor do acabamento anticorrosivo da Anion MacDermid,  
não está só na beleza e durabilidade das peças.

O tratamento é feito de forma sustentável,  
através de processos que não agredem o meio ambiente.



v.com



Anion

26 anos



MacDermid

[www.anion.com.br](http://www.anion.com.br)



Fernando Coelho

## Certificação *valoriza* o profissional do setor

*Criado há pouco mais de seis meses, o Comitê Setorial de Proteção Catódica apresenta os caminhos que vão possibilitar a certificação dos profissionais nessa área*

Por Alberto Paz

**A**testar os conhecimentos e habilidades mínimas necessárias ao profissional para exercer determinada função é o princípio básico da certificação profissional. E um grande passo no setor anticorrosivo foi a criação, em maio de 2010, do Comitê Setorial de Proteção Catódica, que está alinhando ações para oferecer à sociedade um procedimento claro para a certificação dos profissionais que desejam atuar nesse setor. O ex-presidente da ABRACO, Jorge Fernando Pereira Coelho, formado em Engenharia Elétrica pela UFRJ, foi nomeado coordenador do Comitê. Além disso, ele exerce a função de Coordenador no setor de Desenvolvimento Tecnológico para Implementação de Empreendimentos de Gás e Energia (DTEC) da Engenharia da PETROBRÁS.

Fernando Coelho, em entrevista para a **Revista Corrosão & Proteção**, esclarece que a busca pelo melhor conhecimento da técnica de Proteção Catódica fez com que, desde o final dos anos 60, entidades como NACE, BSI, DIN, NEN, GOST, DNV, AFNOR, UNI, CEN, AS, ISO e ABNT, se dedicassem a especificar os requisitos básicos e recomendações em uma série de normas, adotadas ao redor do mundo. “Para complementar esse

processo de normalização da técnica, tornou-se óbvio que deveriam ser organizados o treinamento e a verificação, por parte de terceiros, da competência de profissionais em Proteção Catódica. No Brasil, foi emitida a norma ABNT NBR 15653 – *Critérios para qualificação e certificação de profissionais de proteção catódica*”, relata Fernando Coelho.

O sistema de certificação mais antigo da Europa é operado desde 1976 pela DVGW (*Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern*) na Alemanha, porém voltado para empresas de proteção catódica de gasodutos e adutoras enterrados e tanques. “Em minha busca por campos de treinamento de profissionais de Proteção Catódica pelo mundo, verifiquei que tal processo se iniciou em meados dos anos 90, o que nos coloca em desvantagem de, em média, cinco anos, no contexto mundial”, alerta Fernando Coelho. Acompanhe a entrevista e, ao final, leia um glossário que contém alguns termos relacionados ao tema.

### Por que fazer a certificação de um profissional em PC?

**Coelho** – Considerando que o principal objetivo da Certificação é o de atestar os conhecimentos e habilidades mínimas necessárias

ao profissional para exercer adequadamente a sua função, a utilização de profissionais certificados em Proteção Catódica assegura aos prestadores de serviços, contratantes e sociedade em geral a qualidade mínima necessária na realização de serviços de instalação, montagem e pré-operação, bem como, nos serviços posteriores de inspeção das diversas instalações de Proteção Catódica utilizadas para proteção anticorrosiva de ativos de grande importância econômica, sejam eles oleodutos, gasodutos, adutoras, tanques de armazenamento, píeres e outros.

Devemos olhar também para os benefícios que os profissionais certificados passam a ter como o crescimento profissional, aumento das chances de inserção no mercado de trabalho e a valorização salarial.

### Como vão os trabalhos do Comitê Setorial de Proteção Catódica?

**Coelho** – O Comitê foi oficialmente constituído em 26 de maio de 2010 em Fortaleza durante o Intercorr. Na ocasião eu fui indicado como coordenador do Comitê e empossados os demais membros. Por se tratar de uma demanda urgente e necessária para a comunidade de corrosão, foram distribuídas algumas tarefas aos membros, como, por exemplo, uma revisão da norma ABNT NBR 15653

com enfoque prático e levantamento da demanda de profissionais certificados nas empresas. Foi realizada uma segunda reunião na sede da ABRACO no dia 5 de agosto de 2010 para a verificação das tarefas delegadas na reunião anterior.

### **Qual é a previsão para o início do processo de certificação?**

**Coelho** – Os processos de qualificação e certificação de profissionais de Proteção Catódica demandam a aplicação de provas teóricas e práticas. Para a realização das provas práticas, são necessárias a construção e a montagem de infraestrutura dedicada, composta por dutos enterrados, tanques, retificadores, leitos de anodos, enfim, todos os equipamentos e dispositivos de Sistemas de Proteção Catódica, operacionais e similares aos encontrados nas instalações reais. Visando a construção de tal centro de treinamento, qualificação e certificação, a PETROBRÁS está custeando um projeto no CTDUT para esse fim, cuja previsão de conclusão é junho de 2011, data que estimamos ser a de início do processo de certificação no Brasil, mais especificamente no Rio de Janeiro. Além dessa iniciativa, a ABRACO, através dos representantes do Comitê Setorial de Proteção Catódica, está avaliando a utilização de um centro de treinamento, qualificação e certificação em construção no interior de São Paulo por uma empresa privada.

### **Qual é a carga horária prevista para o curso de formação de profissionais em Proteção Catódica? Haverá parte prática no curso?**

**Coelho** – Para atender ao programa mínimo para qualificação dos profissionais de Proteção Catódica níveis 1 e 2, conforme a norma ABNT NBR 15653 (Critérios



para qualificação e certificação de profissionais de proteção catódica) são necessárias 80 horas de treinamento teórico e prático.

### **Onde serão realizadas as aulas práticas?**

**Coelho** – No centro de treinamento, qualificação e certificação a ser construído no CTDUT, em Duque de Caxias, RJ, próximo ao Terminal da TRANSPETRO. Como já mencionado, representantes do Comitê Setorial de Proteção Catódica, está avaliando a possibilidade de utilização de um centro de treinamento no interior de São Paulo que, com algumas implementações, poderia estar apto a atender toda a parte prática do curso.

### **A certificação será feita pela ABRACO?**

**Coelho** – O processo é conduzido mundialmente pelas entidades técnicas representativas das atividades relacionadas à disciplina corrosão. No Brasil, a atividade é representada pela ABRACO que estará encarregada, dentre outras atividades, de certificar e controlar os registros dos profissionais certificados no Brasil.

**Mais informações:**  
[jfcoelho@petrobras.com.br](mailto:jfcoelho@petrobras.com.br)

## **Glossário**

**Competência** – habilidade da pessoa de executar tarefas em níveis específicos e setores de aplicação específicos de acordo com um dado referencial;

**Qualificação** – consiste na avaliação da competência do profissional, através de exames teóricos e práticos. Baseia-se em critérios específicos para cada atividade. É interessante notar também que

esse conceito varia e nos países da Europa, a qualificação se confunde com o treinamento, podendo ser conduzida pela própria empresa na qual a pessoa trabalha;

**Certificação** – procedimento em que uma entidade independente atesta a competência do profissional e lhe confere um certificado e seu registro. Tal entidade é denominada certificadora.

## ABRACO promove palestra sobre certificação pessoal

A Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) realizou no último dia 21 de outubro, em sua sede no Rio de Janeiro, um ciclo de palestras sobre “Certificação Pessoal”. Um dos palestrantes convidados foi o Diretor da Qualidade do Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), Dr. Alfredo Lobo. Engenheiro Mecânico de formação, Lobo trabalhou 28 anos na PETROBRAS e há 15 anos atua no INMETRO, dez dos quais na diretoria da qualidade, que tem como foco o estabelecimento de regulamentos e programas de avaliação da conformidade de produtos, serviços, processos e pessoas.

Em sua palestra, ele procurou enfatizar a importância da certificação de pessoal como forma de aumentar a confiança em relação à qualidade e à segurança dos produtos e serviços oferecidos ao consumidor. “Falei sobre razão de ser do INMETRO e de como estabelecemos nossos programas de avaliação da conformidade, com ênfase nos de certificação de pessoal, já que há uma grande demanda por programas dessa natureza. Com a



realização das Olimpíadas e da Copa do Mundo no Brasil, faz-se necessária a certificação de muitos profissionais.”

Na opinião de Lobo, a ABRACO e o INMETRO devem atuar em parceria no estabelecimento das regras de certificação de inspetor de pintura, tendo como compromisso buscar o envolvimento de todas as outras partes interessadas, em especial as empresas prestadoras e compradoras dos serviços de pintura industrial.

## Abendi se prepara para mais uma COTEq

A Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção (Abendi) promove, em parceria com a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) e o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), a 11ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos (COTEq), que será realizada em Porto de Galinhas, Pernambuco, entre os dias 10 e 13 de maio de 2011.

O evento, que conta atualmente com o patrocínio bronze das empresas ARCTEST, BLASPINT, FRAEND e METAL-CHEK, pretende reunir mais de mil participantes. Toda a programação técnica deverá ser apresentada em sete auditórios, de forma paralela e simultânea. Serão apresentações orais, trabalhos técnicos e palestras proferidas por especialistas nacionais e internacionais, além de debates por meio de painéis, mesas-redondas e minicursos.

A Abendi, responsável pela secretaria do evento, cede espaço para outros encontros paralelos:

- Simpósio de Análise Experimental de Tensões (XII Saet);
- Simpósio Brasileiro de Tubulações e Vasos de Pressão – Estruturas e Termohidráulica (Sibrat 2011);
- Congresso Nacional de END e Inspeção (XXIX

CONAEND);

- Congresso Brasileiro de Corrosão (31º Conbrascorr);
- Seminário de Inspeção de Equipamentos (32º Seminsp);
- Conferencia Internacional sobre Evaluación de Integridad y Extensión de Vida de Equipos Industriales (15ª IEV);
- Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspeção de Equipamentos (7ª EXPOEQUIP).

### Localização

A realização do evento será em Porto de Galinhas, em função da proximidade com um dos principais centros de desenvolvimento industrial da região nordeste, o Pólo de Suape.

### Trabalhos Técnicos

18/2/2011 Envio de Trabalhos Técnicos Finais

1/3/2011 Inscrição dos Apresentadores

*Mais informações:*

[www.abendi.org.br/11coteq](http://www.abendi.org.br/11coteq).

[coteq@abendi.org.br](mailto:coteq@abendi.org.br) – (11) 5586-3197



## Calendário 2010/2011

CURSOS	HORAS	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO
<b>Pintura Industrial</b>							
Inspeção de Pintura Industrial Nível I / RJ	88		18 a 29	22/11 a 3/12			
Inspeção de Pintura Industrial Nível I / BA	88				6 a 17		
Inspeção de Pintura Industrial Nível I / SP	88			22/11 a 4/12			
Inspeção de Pintura Industrial Nível I / Turma somente aos sábados	88		18/9 a 4/12				
Inspeção de Pintura Industrial Nível II	40			8 a 13			
Pintor e Encarregado de Pintura Industrial	40			22 a 26			
Curso Intensivo– Inspeção N1	40	20 a 24					
Básico de Pintura Industrial	16	15 e 16/RJ					
Qualificação de Inspeção de Pintura Industrial – Nível 1/RJ	??					24/1 a 4/2	
<b>Corrosão</b>							
Corrosão: Fundamentos, Monitoração e Controle	24			29/11 a 1/12			
<b>Inspecção e Monitoramento da Corrosão</b>							
Recuperação, Reforço e Tratamento de Estruturas de Concreto Armado	16		7 a 8				
<b>Proteção Catódica</b>							
Insp. e Manut. de Sistemas de Proteção Catódica em Dutos Terrestres (RJ) <sup>1</sup>	32		5 a 8/RJ				
<b>Revestimentos Anticorrosivos</b>							
Básico de Revestimentos Anticorrosivos Orgânicos de Dutos Terrestres	24	24 a 26					
<b>Eventos</b>							
Seminário de Corrosão na Construção Naval (RJ)	8		28/10 <sup>3</sup>				
Seminário de Corrosão Externa de Dutos e Equipamentos (SP) <sup>4</sup>	8		19/10				

<sup>1</sup> Parceria com o IBP

<sup>2</sup> Parceria com a ABENDI

<sup>3</sup> A confirmar

<sup>4</sup> IPT

<sup>5</sup> INT

<sup>6</sup> FIRJAN

**Mais informações:**

cursos

@abraco.org.br

eventos

@abraco.org.br

## Referência em pintura e manutenção Industrial.

A BLASTING que é conhecida por seus serviços de manutenção e pintura nas plataformas, terminais e refinarias da PETROBRAS começa 2010 de cara nova. Sempre buscando aperfeiçoamento em tecnologia e equipamentos agora chegou a vez da nossa marca ser atualizada.

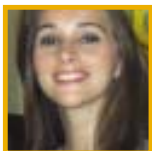
BLASTING agora é BLASPINT, uma modernização que amplia nossa visão do mercado e mostra nossa preocupação com a melhoria contínua.

**BLASPINT**  
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

Rod. João do Amaral Gurgel, 1501 - Caçapava - SP  
Telefax 12-3654-4040  
www.blaspint.com.br

# Investigação de oxidação seletiva em aço *dual phase*

*Este estudo visa a melhoria da qualidade dos aços galvannealed, tendo sido quantificada a oxidação seletiva do aço dual phase ocorrida na etapa de recozimento anterior à galvanização e otimizadas as condições operacionais do recozimento*



Por Laureanny  
Madeira



Vanessa de Freitas  
Cunha Lins



Evandro  
Alvarenga

Os aços galvanizados a quente têm sido extensivamente utilizados na indústria automobilística devido a sua excelente resistência à corrosão, boa soldabilidade e conformabilidade. No entanto, a formação de óxidos na superfície do aço afeta a sua molhabilidade pelo zinco, provocando defeitos no produto final. O objetivo deste trabalho é investigar a ocorrência de oxidação seletiva em aço *dual phase*, recozido em três pontos de orvalho diferentes (0 °C, -30 °C e -60 °C), utilizando as técnicas de espectroscopia fotoeletrônica de raios X (XPS) e de espectroscopia de emissão óptica em descargas luminescentes (GDOES). As análises por XPS mostraram que os elementos manganês, fósforo, alumínio, silício e molibdênio sofreram oxidação com intensidades diferentes para cada ponto de orvalho. As análises por GDOES revelaram que a concentração superficial destes elementos também variou com o ponto de orvalho. Observou-se, também, que a diminuição do ponto de orvalho de 0 °C para -60 °C favoreceu a oxidação de alumínio e silício presentes na superfície do aço, apesar da menor concentração de oxigênio nessa superfície, e que o aumento do ponto de orvalho ocasionou a oxidação seletiva de fósforo.

## Introdução

Os aços galvanizados a quente têm sido extensivamente utilizados na indústria automobilística devido à sua excelente resistência à corrosão, boa soldabilidade e conformabilidade. Essas

características são apresentadas particularmente pelos aços com revestimento *galvannealed* (GA), constituído por uma mistura de diferentes ligas de Fe-Zn, produzidos em linhas que acoplam a etapa de tratamento térmico à galvanização a quente. A qualidade do revestimento GA está estreitamente relacionada com as características do substrato (composição química, microestrutura e condição de superfície), do banho de zinco (composição química, temperatura) e com as condições operacionais (parâmetros de recozimento e tempo de imersão da tira). A presença de riscos mecânicos, pó de ferro, sujidades, manchas, oleamento excessivo, diferença de rugosidade e formação de óxidos afetam a molhabilidade do zinco na superfície do aço e as reações na interface revestimento/substrato, provocando diversos defeitos no produto final.

Dentre os diversos defeitos superficiais na tira que podem afetar a qualidade dos revestimentos galvanizados, destaca-se a oxidação, cuja origem pode estar relacionada desde a ineficiência do processo de decapagem e os elevados tempos de estocagem entre a laminação a frio e a linha de galvanização (associados às condições atmosféricas no período), até ao próprio processamento na Linha de Galvanização a Quente (*Continuous Galvanizing Line* – CGL).

Apesar da atmosfera protetora dos fornos de recozimento da Linha de Galvanização a Quente, verifica-se a ocorrência de oxidação seletiva de alguns elementos, como por exemplo, manganês, fósforo e alumínio. Especialmente em aços de alta resistência mecânica, que possuem teores mais elevados de elementos de liga, aumenta-se a susceptibilidade à ocorrência de oxidação seletiva desses elementos na superfície da tira.

O entendimento do estado químico da superfície do substrato metálico quanto à determinação dos elementos presentes e à sua quantificação têm, portanto, um importante papel no estudo da formação do revestimento. Para tanto, foram utilizadas as técnicas de análise de superfície XPS e GDOES, a fim de se verificar a influência da oxidação na molhabilidade da tira pelo zinco.

## Metodologia

Para se investigar a oxidação seletiva no aço *dual phase*, em escala piloto, foi produzido um lingote no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Usiminas, cuja composição química está mostrada na tabela da página ao lado.

A produção do lingote foi feita em forno de fusão a vácuo. Posteriormente, o lingote foi laminado até a espessura de 0,8 mm. Amostras do material la-

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO AÇO (% P/P)

C	Mn	Si	P	S	Al	Mo	Nb	N	O
0,12	1,83	0,013	0,02	0,0041	0,053	0,17	0,021	0,0046	0,0017

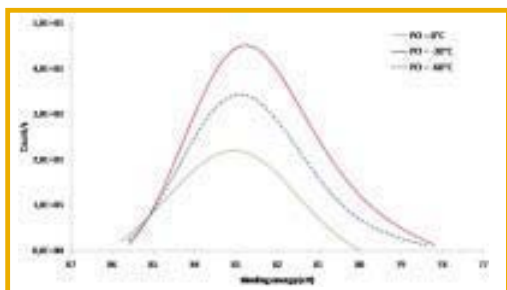


Figura 1 – Espectros de microanálise por XPS dos níveis Mn3s

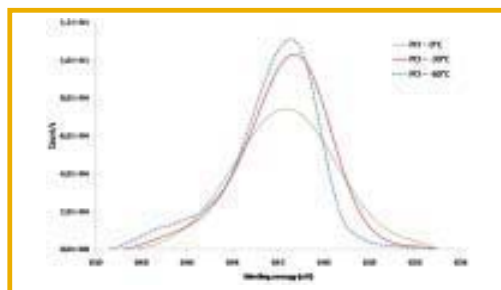


Figura 2 – Espectros de microanálise por XPS dos níveis Mn2p3.

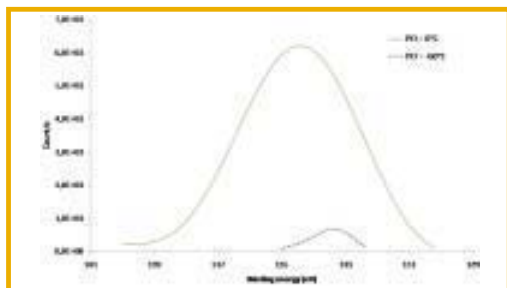


Figura 3 – Espectros de microanálise por XPS do nível P2p

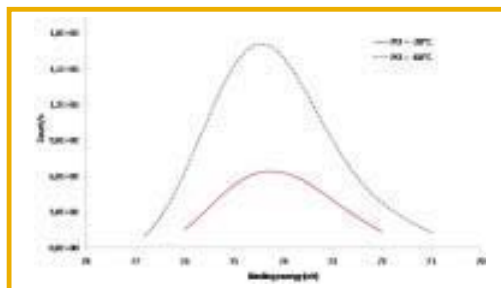


Figura 4 – Espectros de microanálise por XPS do nível Al2p

minado a frio foram submetidas a tratamento térmico em um simulador de galvanização por imersão a quente. A atmosfera do forno do simulador de galvanização por imersão a quente foi constituída de uma mistura de gases com 95 % v/v de gás nitrogênio e 5 % v/v de gás hidrogênio e o tratamento térmico foi realizado em três pontos de orvalho distintos: 0 °C, -30 °C e -60 °C. Após o tratamento térmico as chapas foram cortadas em amostras de formato circular com diâmetro de 5 cm.

A análise de XPS foi realizada no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Usiminas, em Ipatinga, em espectrômetro modelo Microlab-310 F, da marca *VG Scientific* e fonte de raios X equipada com alvo de magnésio. No Departamento de Metalurgia da Universidade Federal de Minas Gerais, foi realizada a análise de GDOES, utilizando-se espectrômetro modelo GDLS -9950, da mar-

ca *Shimadzu*, equipado com uma fonte de energia RF.

### Análise e discussão de resultados

#### Análise por espectroscopia fotoeletrônica de raios X

A oxidação do manganês foi observada nos três pontos de orvalho. O MnO<sub>2</sub> corresponde ao pico de Mn3s, que foi mais intenso no ponto de orvalho de -30 °C e menos intenso no ponto de orvalho de 0 °C. Outro pico identificado para o manganês foi o Mn2p<sub>3</sub>, por volta de 641,50 eV, que corresponde aos óxidos MnO ou Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Este pico foi mais intenso no ponto de orvalho de -60 °C e menos intenso em 0 °C. As figuras 1 e 2 mostram os espectros de manganês para os três pontos de orvalho diferentes. Nota-se que os pontos de orvalho mais baixos favorecem a oxidação do manganês.

O fósforo não foi detectado na atmosfera de -30 °C, pois

nesta temperatura o elemento encontra-se no contorno de grão e não oxida (HERTELDT ET AL, 2001).

No entanto, para os pontos de orvalho de 0 °C e -60 °C o pico P2p é observado e corresponde aos óxidos mistos de Mn-P. Este pico foi muito mais intenso no ponto de orvalho de 0 °C e -60 °C. A figura 3 mostra o espectro do fósforo nos pontos de orvalho de 0 °C e -60 °C.

Na análise usando XPS, a intensidade do sinal de alumínio diminuiu com o aumento do ponto de orvalho, sendo assim não foi detectado pico para o alumínio no ponto de orvalho de 0 °C. Mas o pico Al2p, correspondente ao Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, foi mais intenso no ponto de orvalho de -60 °C. O espectro do alumínio encontra-se na Figura 4.

O elemento silício também sofreu oxidação após recozimento. O pico detectado foi o Si2p<sub>3</sub> e equivale ao óxido misto de Mn-Si. O pico foi mais intenso no ponto de orvalho de

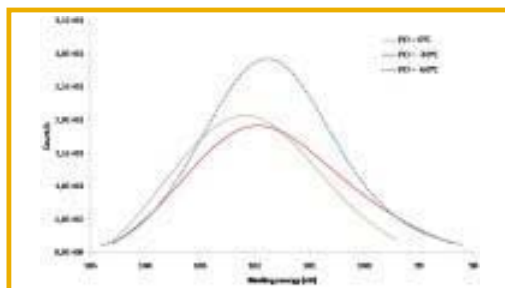


Figura 5 – Espectros de microanálise por XPS do nível Si2p3

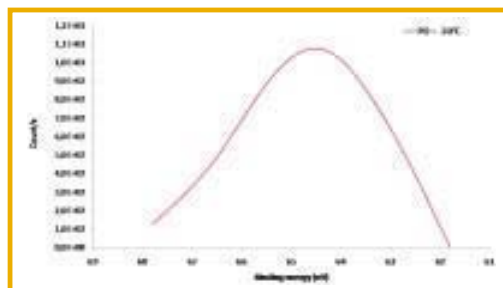


Figura 6 – Espectros de microanálise por XPS do nível Mo4s

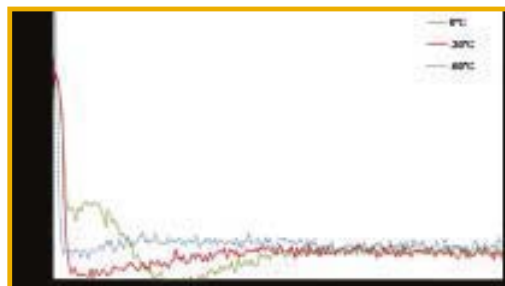


Figura 7 – Perfil de concentração por profundidade via GDOES para o manganês

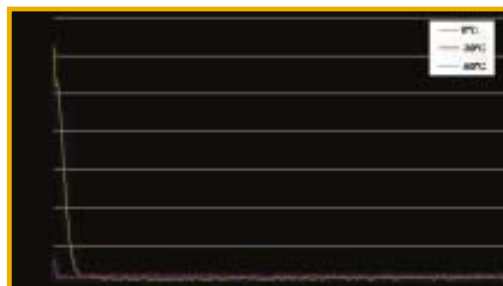


Figura 8 – Perfil de concentração por profundidade via GDOES para o fósforo

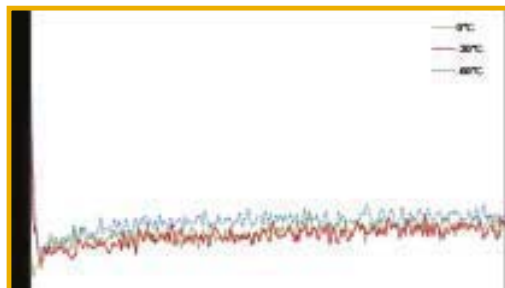


Figura 9 – Perfis de concentração por profundidade via GDOES para o alumínio

### Análise por espectroscopia de emissão óptica em descarga luminescente

O manganês apresentou alta concentração superficial nos três pontos de orvalho.

-60 °C. Os espectros do silício para os três pontos de orvalho são mostrados na Figura 5.

Observa-se que, tanto para o alumínio quanto para o silício, a oxidação é externa no ponto de orvalho inferior, ou seja, quando a concentração de oxigênio durante o recozimento é menor na superfície do aço.

Para o molibdênio, o pico Mo4s foi detectado somente na atmosfera de -30 °C, com valor de 64,54 eV, equivalente ao MoO2.

A Figura 6 apresenta o espectro do molibdênio.

No entanto, no ponto de orvalho de -60 °C, a concentração de manganês foi maior. Nota-se que, no ponto de orvalho de 0 °C, a concentração superficial de manganês (aproximadamente em 1 μm) é mais pronunciada do que nos demais pontos de orvalho.

O perfil de profundidade do manganês para os três pontos de orvalho pode ser observado na Figura 7.

No ponto de orvalho de 0 °C, a concentração superficial do fósforo foi bastante alta, ao contrário das concentrações nos

pontos de orvalho inferiores que foram praticamente nulas. A Figura 8 mostra o perfil de concentração por profundidade para o fósforo. Este resultado está de acordo com os resultados da análise de XPS, que revelou oxidação externa do fósforo em 0° C.

O alumínio e o silício apresentaram concentrações superficiais ligeiramente mais altas no ponto de orvalho de -60 °C, conforme mostrado nas figuras 9 e 10. Como já visto nos espectros XPS, a oxidação desses dois elementos muda de interna para externa quando o ponto de orvalho é diminuído.

O molibdênio apresentou um comportamento divergente dos demais elementos. Observou-se que a concentração deste elemento aumentou com a profundidade e que a superfície é mais enriquecida em molibdênio no ponto de orvalho de -60°C.

A figura 11 mostra o perfil de profundidade do molibdênio.



Figura 10 – Perfis de concentração por profundidade via GDOES para o silício

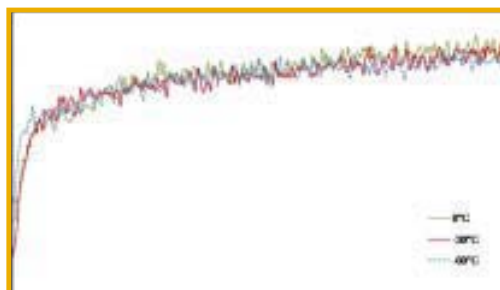


Figura 11 – Perfil de concentração por profundidade via GDOES para o molibdênio

## Conclusões

As análises superficiais obtidas por XPS e GDOES das amostras de aço dual phase, recozidas nos pontos de orvalho de 0 °C, -30 °C e -60 °C, revelaram que a oxidação seletiva depende do valor do ponto de orvalho.

No ponto de orvalho de 0 °C observou-se primordialmente a oxidação seletiva do fósforo. Para os elementos alumínio e silício, a diminuição do ponto de orvalho de 0 °C para -60 °C levou a uma mudança da oxidação interna para externa.

As concentrações superficiais desses elementos revelaram que a superfície das amostras é mais enriquecida com alumínio e silício no ponto de orvalho de -60 °C.

No ponto de orvalho de -30 °C identificou-se a oxidação preferencial do manganês e a oxidação do molibdênio, mas para ambos os elementos, a concentração superficial elementar foi maior no ponto de orvalho de -60 °C.

Diante dos resultados, conclui-se que a melhor condição de recozimento do aço dual phase é na atmosfera com ponto de orvalho de 0 °C, já que, nesta atmosfera, a oxidação seletiva ocorre com menor intensidade.

Por conseguinte, devido à menor presença de óxidos superficiais, a molhabilidade do

aço pelo zinco é favorecida nesta condição.

## Referências Bibliográficas

HERTVELDT, I.; DE COOMAN, B.C.; CLAESSENS, S. *Influence of Annealing Conditions on the Galvanizability and Galvannealing Properties of TiNb Interstitial-Free Steels, Strengthened with Phosphorous and Manganese. Metallurgical and Materials Transactions A*. v. 31A, p. 1225-1232, 2001.

### Laureanny Madeira

Laboratório de Corrosão e Engenharia de Superfície da UFMG  
Mestre em Ciências (Engenharia Química) pela UFMG

### Vanessa de F. C. Lins

Universidade Federal de Minas Gerais  
Professora Associada – Pesquisadora – Laboratório de Corrosão e Engenharia de Superfície da UFMG  
Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG

### Maria das Mercês Reis Castro

Universidade Federal de Minas Gerais  
Professora Associada – Pesquisadora – Laboratório de Corrosão e Engenharia de Superfície da UFMG  
Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG

### Guilherme A. Farias

Graduando em Engenharia Metalúrgica pela UFMG

### Vicente T. L. Buono

Universidade Federal de Minas Gerais  
Professor Associado – Pesquisador – Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais  
Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG

### Juliana Porto Guimarães

Usiminas (Centro de Tecnologia Usiminas – Unidade Ipatinga)  
Pesquisadora  
Engenheira Química pela UFMG

### Evandro A. Alvarenga

Usiminas (Centro de Tecnologia Usiminas – Unidade Ipatinga)  
Pesquisador Sênior  
Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG

Contato com os autores:

vlines@deq.ufmg.br  
evandro.alvarenga@usiminas.com  
Fax: +55 31 3409 1789

**Este trabalho conquistou o 3º lugar na apresentação (forma oral) no INTERCORR 2010.**

# Elastômero de poliuréia a spray – EPS

No Japão, China, Austrália, Europa Ocidental, EUA e Canadá, este sistema está sendo utilizado em revestimentos protetivos específicos, tanto para concreto, quanto para aço-carbono



Por Joel Pummer  
Celestino

Sistema de cura ultrarrápida (*tack-free* < 20 s, manuseio de 10 min, tráfego leve em 30 min e liberação para imersão de até 24 h), insensibilidade à umidade e temperatura na aplicação e secagem. Resistência à umidade, alto módulo de alongamento (> 300%) e compressão (altamente resiliente), além da resistência a alguns produtos químicos são outras vantagens do material, que pode impermeabilizar várias superfícies como concreto e aço-carbono.

A poliuréia, nos segmentos de impermeabilização e revestimento protetivo, é uma das maiores inovações tecnológicas. Ela surgiu na década de 80 e depois do aprimoramento de sua aplicação foi largamente utilizada nos EUA. Na década de 90, tornou-se um produto comercial, sendo criada sua associação, a *PDA – Polyurea Development Association*.

Tubulações de água e esgoto impermeabilizadas com poliuréia podem eliminar acidentes com tubulações, pois o revestimento evitará que haja vazamento ou que o esgoto contamine os lençóis freáticos, no caso de trincas ou rupturas de até uma polegada.

No Brasil, além de tanques de ETE/ETA, também já está sendo utilizada na impermeabilização de lajes e telhas metálicas, conferindo-lhes também a redução de ruído e calor. Bacias de contenção secundária, pisos antiderrapantes com alta assepsia, pesqueiros (*decks* e tanques), além de túneis, comportas de usinas hidrelétricas e estádios de futebol são outros exemplos de itens a serem protegidos. Há um grande leque de aplicações para as indústrias, como a petroquímica,

construção civil e automobilística, onde as vantagens do processo de aplicação, aliadas às características do produto final, geram reduções de custos em diversos aspectos como manutenção e tempo de liberação dos serviços.

No Japão, China, Austrália, Europa Ocidental, EUA e Canadá, este sistema está sendo utilizado em revestimentos protetivos específicos, tanto para concreto, quanto para aço-carbono. No Japão, a camada de concreto de 30 cm, que revestia internamente as tubulações de esgoto para protegê-las da corrosão, foram substituídas por uma camada de poliuréia de apenas 3 mm. Na China, os estádios olímpicos foram revestidos, tanto as arquibancadas quanto a cobertura, em razão das características físicas do produto. A sustentação de concreto dos túneis do metrô de Boston/EUA foi revestida externamente com poliuréia. O material foi aplicado também em barragens de pedras de contenção do avanço do mar nos Países Baixos e em estruturas de concreto no Japão e na Alemanha.

O rápido tempo de cura colabora para que a área seja liberada num curto espaço de tempo (os sistemas convencionais – epóxi e poliuretano – solicitam mais de 10 dias para cura e a liberação para uso antes deste prazo invalida a garantia do sistema). Isto não ocorre com a poliuréia que, inclusive, pode ficar em contato com água potável, sem contaminá-la. As indústrias químicas e siderúrgicas também se valem das suas vantagens. Nesse setor, muitas empresas são obrigadas a trabalhar 24 horas por dia. Grandes paradas, normalmente ocor-

ridas em manutenções, podem representar a perda de milhões de dólares. Logo, a poliuréia é eficiente, pois agiliza o reparo, facilitando a rápida liberação para retomada do trabalho.

Ao contrário das tintas, os recipientes (tambores) de poliuréia (A+B) podem ser reutilizados. A reação da poliuréia ocorre por choque mecânico (impingimento), praticamente no bico da pistola, não havendo qualquer reação química antes deste ponto. As tintas para *airless* convencional necessitam, no mínimo, 25 litros de solventes orgânicos para limpeza diária. Num trabalho de 26 dias úteis, serão gerados em torno de 760 litros / mês com um gasto adicional médio de R\$ 7.000,00 / mês, no descarte correto do contaminante remanescente. No sistema EPS, é gasto em torno de 1 litro de solventes orgânicos por mês para a limpeza da pistola (desmontagem) e dos retentores das mangueiras.

A poliuréia entrou no mercado brasileiro com a intenção de suprir algumas deficiências apresentadas pelos sistemas convencionais (secagem, aderência, flexibilidade e outras) e pode ser amplamente utilizada em vários setores das indústrias. Apenas necessita vencer algumas barreiras e preconceitos quanto ao uso de novas tecnologias, mas que são comprovadamente eficazes há mais de duas décadas nos países desenvolvidos.

## Joel Pummer Celestino

Químico Industrial – Sócio Gerente da  
PolySpray EPS System / JPI Revestimentos  
Anticorrosivos

Contato: pummer@polyspray.com.br

# TRATAMENTO DE ÁGUAS DE CABINE DE PINTURA

A Linha de Coagulantes e Floculantes Aumentou!

**DEXTER**  
the chemical surface treatment

**Tratamento de Águas**

**Dexfloc L 620**

tintas eletroforéticas

**Dexfloc L 605 e L 606**

tintas à base de água

**Dexfloc L 200**

tintas à base de solvente

**Dexflcoc L 655**

tintas poliuretânicas

Além do **Dexcoag 610 A** e do **Dexcoag 610 B**, que atuam na maioria dos sistemas de tintas automotivas e industriais, a **Dexter** está lançando no mercado produtos com maior especificidade para o tratamento de águas de cabines de pintura com inúmeras vantagens:

- Água clara e inodora
- Não forma espumas
- Fácil remoção da tinta coagulada em flocos por flotação
- Coagula as partículas de tinta evitando aderência nas bordas e paredes da cabine de pintura, além de entupimento de tubulações e bicos



A Dexter desenvolve produtos com objetivos ecoeficientes



Fone 55 11 3662 1199 - [info@dexterbrasil.com.br](mailto:info@dexterbrasil.com.br) - [www.dexterbrasil.com.br](http://www.dexterbrasil.com.br)

# Seminário *ABRACO/IPT* amplia debate sobre proteção anticorrosiva

*Realizado no dia 19 de outubro, na sede do IPT, o seminário reuniu profissionais renomados que apresentaram as tendências atuais do mercado e novas tecnologias de produtos e serviços*

*Por Carlos Sbarai*

**E**mpenhada em investir continuamente na atualização e aperfeiçoamento dos profissionais que atuam direta ou indiretamente no setor de corrosão, a Associação Brasileira de Corrosão – ABRACO em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT-SP organizou o Seminário sobre Corrosão Externa de Dutos e Equipamentos. No evento, realizado no dia 19 de outubro, na sede do IPT, profissionais renomados apresentaram tendências atuais do mercado e novas tecnologias de produtos e serviços, expuseram linhas de estudo e traçaram um panorama bastante completo do momento atual do setor. “Eventos de alta qualidade técnica são de extrema importância não apenas para a atualização profissional, mas também para permitir uma troca de informações intensa entre os presentes, além de oferecer subsídios para a elaboração de normas ABNT NBR, visto que a ABRACO mantém o CB 43 da ABNT (estudos da corrosão), com a presença de quatro comissões técnicas, de Estudo da Pintura Industrial, Proteção Catódica, Corrosão Atmosférica e Terminologia”, comenta Neusvaldo Lira de Almeida, mestre em Engenharia, pesquisador do IPT, membro da diretoria executiva da ABRACO e um dos organizadores do evento que também reforçou, ao final, a importância de iniciativas como essas para o desenvolvimento do mercado nacional. “É muito bom ver a grande participação de profissio-



*Vinagre Forças*

*O seminário contou com a presença expressiva de técnicos interessados nos temas apresentados*

nais de diversas empresas. Esse tema é de extrema relevância e o conteúdo programático atendeu às necessidades do setor de dutos, equipamentos, revestimentos e proteção catódica”, destaca Neusvaldo.

Além da importância para a criação de normas técnicas nacionais, Simone Louise Brasil, da Escola de Química da Universidade do Rio de Janeiro – UFRJ, abordou em sua apresentação a importância da certificação para os profissionais de proteção catódica, certificação essa que será concedida pela ABRACO. Na palestra *A Experiência Mundial em Certificação de Profissionais de Proteção Catódica*, Simone traçou um histórico do tema, fez um grande levantamento de como diversos países vivenciaram essa experiência e reforçou que o Brasil está seguindo essa tendência mundial e está implementando, em acordo com a norma ABNT NBR 15653, os critérios para qualificação e certificação de profissionais de proteção catódica. No trabalho, Simone apresentou os sistemas adotados na Europa e Estados Unidos, além dos critérios de certificação em implementação no Brasil. Acrescentou ainda que a capacitação consistirá de cursos teóricos e práticos, envolvendo diferentes aspectos da proteção catódica relacionados a medições em campo, inspeções de revestimentos anticorrosivos, comissionamento de sistemas, entre outros.

Para o curso prático, está em construção uma unidade piloto de proteção catódica no Centro de Tecnologia em Dutos – CTDUT, localizado em Duque de Caxias, no estado do Rio de Janeiro. A iniciativa faz parte do Programa Tecnológico de Transporte Dutoviário da PETROBRÁS – PROTRAN. O projeto da unidade-piloto incor-



pora experiências já consolidadas em outros países onde há centros de capacitação de pessoal em proteção catódica, como na França. Simone Brasil, inclusive, apresentou uma série de informações e fotos relacionadas às visitas do grupo de estudo a esses centros de treinamento.

A pesquisadora, que faz parte do Comitê Setorial de Proteção Catódica do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em Corrosão e Proteção – SNQC-CP, avaliou a importância do tema. “Com a qualificação pode-se avaliar os conhecimentos e habilidades do profissional para exercer adequadamente a função. Com isso, amplia-se a eficiência e competitividade das empresas pois o profissional capacitado vai contribuir decisivamente para a qualidade do projeto”, avaliou Simone.

### Proteção aos dutos enterrados

Duas palestras trouxeram ao debate a proteção aos dutos enterrados. Diogo Menezes Maia, engenheiro da Comgás, apresentou aos 125 participantes do Seminário o *Plano de Prevenção e Controle de Interferências do Estado de São Paulo – PPCI*. Em sua exposição alertou que a corrosão mais severa que um duto de aço enterrado pode sofrer é aquela provocada pela fuga de corrente elétrica DC para o solo (corrosão eletrolítica), e para garantir a prevenção e o controle desse tipo de corrosão é imprescindível que haja um consenso entre as empresas mantenedoras de sistemas que possam gerar interferências entre si. “Nesse sentido e tendo por base o sucesso obtido nos últimos anos com a parceria COMGÁS/PETROBRÁS,

foi criado em 2008 o Plano de Prevenção e Controle de Interferências do Estado de São Paulo – PPCI”. Em linhas gerais, trata-se de um comitê que conta com a participação de especialistas técnicos das principais empresas de utilidades nos segmentos de dutos de transporte/distribuição COMGÁS, PETROBRÁS, TBG, QUATTOR e SABESP, de linhas férreas eletrificadas CPTM e METRO-SP, e de linhas de transmissão/distribuição de energia elétrica CTEEP, CPFL e ELETROPÁULO, bem como de representantes da ABRACO e do IPT. Desde sua constituição, são promovidos encontros bimestrais entre os participantes, que contribuem tanto para a discussão sobre os tipos de estruturas envolvidas quanto para a busca de soluções conjuntas



Fone: (19) 3833-6800 | Fax: (19) 3833-6801 | vendas@interprise.com.br | www.interprise.com.br



- Eletroquímica
- Armazenamento de energia
- Corrosão
- Materiais
- Controle
- Testes eletrônicos

Projeta e fabrica instrumentação e software para a caracterização de materiais e células de precisão usando técnicas de medição elétrica, incluindo a espectroscopia de impedância eletroquímica (EIS). Estes encontram uso particular nos domínios da corrosão, bateria e pesquisas com células de combustível, análise de células eletroquímicas.



**Princeton Applied Research**

Líder global a mais de 30 anos em instrumentação eletroquímica.

- Potenciostato e Galvanostato
- Potenciostato multicanal
- Equipamento para imagem de superfície
- Software eletroquímico
- Células eletroquímicas
- Eletrodos de referência
- Microbalanças de cristal de quartzo
- Eletrodo de gota de mercúrio



### SIGNAL RECOVERY

- Amplificadores Lock-in
- Voltímetro para rejeição de ruídos
- Optical choppers
- Pré-amplificadores
- Contador/Timer
- Multiplexer
- Gerador digital de atraso
- LabVIEW drivers
- Software



**BUREAU VERITAS**  
Certification



**Certificação**  
Conferida à

**ITALTECNO DO BRASIL LTDA.**

RUA MAESTRO TAVARES DE LIMA, 77, JARAGUÁ, 05181-040 - SÃO PAULO/SP  
BRASIL

Bureau Veritas Certification certifica que o Sistema de Gerenciamento da Organização acima foi avaliado e encontrado em conformidade com os requisitos da Norma detalhada abaixo

NORMA

**ISO 9001:2008**

ESCOPO DE FORNECIMENTO

DESENVOLVIMENTO, FABRICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS  
PARA TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES PLÁSTICAS E METÁLICAS.

Data da Aprovação Original: 19/05/2010

Subjeto à operação satisfatória contínua do Sistema de Gerenciamento da Organização,  
este certificado é válido até: 18/05/2015

Enfrentamentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e a aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização

Data: 19/05/2010

Número do Certificado: BR006233-1

Paulo Coimbra - Coordenador de Gestão  
Responsável pelo Sistema de Gestão  
R. do Café, 277, Vila São Carlos, 05411-000 - São Paulo/SP - Brasil



# Jateamento Químico LL – BE10

Produto líquido para  
fosqueamento de alumínio



## LL – B (Beauty) E (Etching) 10

Processo longa-vida, cinco vezes mais rápido do que o tratamento alcalino tradicional.

Otimiza a logística com a eliminação da operação de jateamento com micro-esferas, além de garantir outros benefícios, tais como:

- Elimina 95% dos defeitos de extrusão do alumínio: faixas, estrias e linhas de solda
- Permite que a dissolução do alumínio seja 60 vezes menor do que no processo tradicional com soda cáustica
- Gera 10 vezes menos resíduos sólidos no tratamento de efluentes
- Reconstitui o acabamento da superfície de perfis rejeitados
- Possui vasta aplicação no setor moveleiro e decorativo



Av. Angélica 672 • 4º andar  
01228-000 • São Paulo • SP  
Tel.: (11) 3825-7022  
escrit@italtecno.com.br – www.italtecno.com.br

para os problemas de interferências existentes, sendo este um modelo a ser seguido em regiões densamente povoadas e com grande compartilhamento de estruturas que possam gerar interferências entre si.

*Descargas atmosféricas: evidências de danos em dutos enterrados*, foi o tema apresentado por João Paulo Klausling, engenheiro da PETROBRÁS, que teceu considerações técnicas sobre uma possível influência de descargas atmosféricas na integridade de dutos enterrados. Inclusive sobre este tema, a PETROBRÁS e o Laboratório de Corrosão do IPT estão desenvolvendo um projeto de pesquisa que deverá contribuir para o entendimento definitivo sobre este assunto.

### Revestimentos

Segundo o engenheiro da



*Simone Brasil e Neusvaldo Almeida, diretores executivos da ABRACO*

PETROBRÁS, André Koebsch, que apresentou trabalho sobre *Revestimento anticorrosivo externo e interno em Poliamida 11*, a produção e o uso de etanol combustível a partir de biomassa é um tema multidisciplinar e que tem seus reflexos na área de dutos, principalmente para o transporte da vinhaça, principal efluente dessa indústria, que apresenta alto grau de corrosão. A exposição procurou mostrar uma alternativa para revestimentos anticorrosivos externo

# 11ª COTEQ

Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos  
10 a 13 de maio de 2011  
Enotel - Porto de Galinhas **PERNAMBUCO**



### Bons negócios o esperam

Expor sua marca e estreitar o relacionamento com seu público-alvo agrega valor à sua empresa.

Oferecemos oportunidades na 11ª COTEQ, com categorias de patrocínio atraentes. Solicite uma proposta!

### EVENTOS ENVOLVIDOS

- XXIX CONAEND - Congresso Nacional de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção
- 31ª CONBRASCORR - Congresso Brasileiro de Corrosão
- 32ª SEMINSP - Seminário de Inspeção de Equipamentos
- 15ª IEV - Conferencia Internacional sobre Evaluación de Integridad y Extensión de Vida de Equipos Industriales
- 7ª EXPOEQUIP - Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspeção de Equipamentos

### EVENTOS CONGREGADOS

- XII SAET - Simpósio de Análise Experimental de Tensões
- SIBRAT 2011 - Simpósio Brasileiro de Tubulações e Vasos de Pressão – Estruturas e Termohidráulica

### Secretaria da 11ª COTEQ:

ABENDI – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção  
Telefone: (55 11) 5586 3199 – Fax: (55 11)5581 1164  
Rua Guapiáçu, 05 – Vila Clementino  
CEP 04024-020 – São Paulo – SP – [www.abendi.org.br/11coteq](http://www.abendi.org.br/11coteq)



Paralelamente à Conferência, será realizada a 7ª EXPOEQUIP - Exposição de Tecnologia de Equipamentos para Corrosão & Pintura, END e Inspeção de Equipamentos, com a finalidade de propiciar às empresas e profissionais ligados às áreas, grandes oportunidades comerciais e institucionais.

### Reserve já seu estandei

Realização:



Promoção:

Patrocínio Ouro:



Patrocínio Bronze:



Apoio Institucional:



Apoio Promocional:



Agência Oficial:



e interno em dutos e equipamentos de aço carbono ou ferro fundido, utilizados para o transporte desse efluente, que ao longo dos anos tem se mostrado técnica e economicamente viável

Já o gerente do controle da qualidade da Socotherm Brasil, João Riego Filho, abordou o tema *Revestimento anticorrosivo externo de dutos* apresentando diversos tipos de revestimentos anticorrosivos externo de tubos de aço como materiais betuminosos e de alcatrão de Hulha, já pouco utilizados no mercado além dos epóxi e materiais poliolefinicos (polietileno ou polipropileno) mais utilizados nos dias de hoje. Segundo ele, a escolha dos materiais de revestimento anticorrosivo passou, ao longo dos anos, a ser reconsiderada devido às exigências das características do sistema do revestimento aplicado, e também às exigências das condições de segurança do trabalhador e das condições ambientais, durante o processo de aplicação. A evolução das indústrias petroquímicas fez com que materiais poliolefinicos pudessem ser produzidos proporcionando assim uma melhor condição de aplicabilidade do revestimento em condições diferentes do solo ou da água do mar. O sistema de revestimento three layer (epóxi + adesivo + polietileno ou polipropileno), dentre os revestimentos citados, é o que melhor proporciona resistência à corrosão e também sua resistência durante a instalação.

*Vantagens dos revestimentos de polipropileno para tubulações enterradas ou submersas em ambientes agressivos e o desenvolvimento de sistemas para estas aplicações* foi o tema da palestra do gerente de suporte técnico para a América do Sul da empresa canadense Canusa-CPS, André Lemuchi. Na apresentação, ele comentou que os revestimentos à base de polipropileno vem ganhando espaço em projetos de tubulações submetidas a severos esforços mecânicos e/ou que operam em alta temperatura como por exemplo tubulações *offshore* lançadas em águas profundas, linhas de fluxo bombeando óleo a altas temperaturas, projetos em que o tipo de construção envolvido é extremamente agressivo etc.

Para Lemuchi, os revestimentos de polipropileno apresentam vantagens importantes em relação a outros tipos de revestimento, entre elas, maior resistência química, ao impacto, à penetração, à abrasão, aos esforços do solo (para o caso de tubulações enterradas), à absorção de água, à transmissão de vapor e finalmente ao envelhe-

cimento térmico. Este trabalho apresentou sucintamente os motivos pelos quais o polipropileno destaca-se entre as poliolefinas e, em seguida, descreve como a indústria está desenvolvendo e aplicando sistemas de revestimento de polipropileno em planta e em campo. Concluindo, descreve diversos sistemas disponíveis comercialmente, suas vantagens e desvantagens.

### Coleta de dados

Outro destaque do seminário foi o engenheiro da empresa DNV Columbus, Angel R. Kowalski, que apresentou o tema *Direct Assessment – Evaluating the impact of corrosion on the mechanical integrity of pipelines* (Avaliação do impacto da corrosão sobre a integridade de dutos). “É muito importante essa troca de experiência entre países diferentes. A idéia é apresentar as novas tecnologias para dutos utilizadas em outros países para serem testadas e implantadas aqui no Brasil. As aplicações têm que ser seguras para dutos por onde passa a gasolina, o álcool e o óleo. É fundamental se conhecer o sistema para depois se atacar as causas da corrosão pela raiz. Isso significa que esse é um setor que re-

# Solução Definitiva Contra a Corrosão

## EPS - Elastômero de Poliuréia à Spray

A **PolySpray** surgiu como resultado do esforço pioneiro na busca de soluções para alta performance anticorrosiva.

Único revestimento realmente ecologicamente correto.  
Ficou curioso? Quer saber mais? Entre em contato!

The logo for PolySpray features the word "Poly" in a red, cursive font and "Spray" in a blue, bold, sans-serif font. A large, stylized blue letter "S" is positioned behind the text, partially overlapping it.

41 3082.1069 | 8829.6958

pummer@polyspray.com.br

www.polyspray.com.br

quer muito investimento e com isso consiga criar mecanismos resistentes de combate a corrosão em dutos”, informou Angel R. Kowalski. Em sua apresentação, foram mostrados alguns exemplos que enfatizaram a relevância da qualidade dos dados, a coleta de dados de campo na etapa de inspeção direta e os impactos no processo.

### **Apresentação dos palestrantes**

**Angel R. Kowalski** – engenheiro mecânico, pós-graduado em Engenharia de Materiais, líder do Grupo de Serviços para Dutos e Facilitadores Industriais da DNV (EUA). Especialista em proteção catódica. Executou mais de 2.400 quilômetros de inspeção em dutos pelas técnicas passo a passo e DCVG.

**Simone Louise Cezar Brasil** – engenheira química, mestre e doutora em Corrosão pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Professora do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química da UFRJ. Especialista em simulação numérica de sistemas de proteção catódica. Integra a diretoria executiva da ABRACO.

**Diogo Menezes Maia** – engenheiro eletricista, trabalha atualmente na Comgás, possui dez anos de experiência em proteção catódica de dutos terrestres.

**João Paulo Klausling** – engenheiro elétrico, da PETROBRAS, no setor de projetos de dutos terrestres, atuando na área de proteção catódica (projetos, assistência técnica, normalização técnica e aulas).

**André Koebisch** – engenheiro mecânico, na PETROBRAS desde 1991 atua na área de sistemas anticorrosivos de dutos (revestimento e sistemas de proteção catódica). Colabora com a ISO, ABNT e PETROBRAS na elaboração de normas técnicas.

**João Riego Filho** – químico industrial com 35 anos de experiência. Atua na Socotherm Brasil como gerente do Controle de Qualidade. É indicado pelo grupo TenarisConfab como especialista em revestimento no comitê da norma ABNT e normas ISO.

**André Lemuchi** – engenheiro químico, atua no segmento de revestimentos anticorrosivos para tubulações enterradas ou submersas. Atualmente ocupa o cargo de gerente de Suporte Técnico para a América do sul da Canusa – CPS.



## **MICROSCÓPIO VÍDEO DIGITAL LEICA**

Modelos DVM 5000/DVM 3000/DVM 2000

- Atende aos mais rigorosos requisitos do controle de qualidade industrial em termos de imagens macroscópicas, microscópicas e processamento de imagens
- Ideal para inspeção e análise por processo tradicional e não-destrutivo
- Exibição de imagem direta em monitor de alta resolução, dispensando observações por meio ocular
- Grande mobilidade com alta qualidade ótica e opções múltiplas de análise quantitativa em 2D ou 3D para os mais avançados estudos de medições de superfícies.

**CK COMÉRCIO E REPRESENTAÇÃO**

Representante exclusivo para o Brasil da Leica Microsystems GmbH

**Tel: (11) 5188-0000 – Fax: (11) 5188-0006**

**www.ckltda.com.br – ckltda@ckltda.com.br**



## **METALIZAÇÃO**



### **Soluções em revestimento**

- Metalização Aro Elétrico - Arc Spray
- Metalização Hipersônica - HVOF
- Metalização a Plasma - Plasma Spray
- Cromo Duro Durotec - Cromo Duro Eletrodepositado



### **Componentes revestidos em vários ramos industriais:**

Elementos Rotativos, Bombas, Pistões, Eixos de Bombas, Impelidores, Volutas, Selos Mecânicos, Caixas de Menciais, Elementos Estáticos, Caldeiras, Compressores, Vasos de Pressão, Trocadores de Calor.

**11 4399-3300 • vendas@durotec.com.br**

**www.durotec.com.br**

## A ABRACO dá as boas-vindas às novas empresas associadas

### C & Q

Atuando desde 2003, a *C&Q Consultoria e Treinamento*, com sede em Macaé-RJ, atua com treinamentos em capacitação e qualificação profissional, técnicos, de graduação e de pós-graduação. A C&Q, junto com as Universidades EAD, oferece mais de 50 títulos de pós-graduação e graduação. Contando com tecnologia e profissionais capacitados, garante a qualidade do ensino oferecido.

Sua missão é capacitar o profissional e orientá-lo para o mercado de trabalho, visando um bom aproveitamento educacional, vivenciando a rotina trabalhista de cada formação, oferecendo certificados válidos em todo território nacional, e, em parcerias com empresas, direcionando alunos já formados ao mercado de trabalho. A C&Q oferece treinamentos em qualificação profissional e de extensão nas áreas Petróleo e Gás, Perfuração, Corrosão, Fluidos, Jurídico, Saúde, Administração, Educação e Negócios.

Visando qualificar cada vez mais, contamos com representantes e parceiros em todo o território nacional atuando como facilitadores para levar ensino de qualidade até o aluno.

*Mais informações: [www.ceqtreinamento.com.br](http://www.ceqtreinamento.com.br)*



### HARCO DO BRASIL

Embora nova no país, a *Harco do Brasil* possui vasta experiência no mercado de produtos químicos, serviços e *trading*. A empresa é distribuidora e representante de produtos de altíssima tecnologia numa aposta clara de trazer ao Brasil o que há de melhor e mais inovador “lá fora” para a área Industrial e Naval. Pertencente ao Harco Group, com sede em Bruxelas (Bélgica), ela conta com mais de 20 anos de experiência.

A empresa representa exclusivamente os revestimentos isolantes da *Mascoat Products* (líder no segmento nos Estados Unidos) que aposta em uma nova tecnologia para isolar térmica e acusticamente em forma líquida (tinta de base aquosa), logo é possível isolar em poucos milímetros e com uma série de outras vantagens, entre elas acaba definitivamente com a corrosão sob isolamento, é até 16 vezes mais rápido de aplicar que os isolamentos tradicionais (é possível isolar um tanque 10.000 m<sup>3</sup> em cerca de 2 dias), o custo m<sup>2</sup> aplicado é muito menor que o dos isolamentos tradicionais, não higroscópico, assim a sua eficiência térmica não é diminuída, aderência a qualquer tipo de superfície, não inflamável (classe A), não agride o meio ambiente e quem o manuseia etc.

*Mais informações: [www.harcobrasil.com](http://www.harcobrasil.com)*



### ZINCOLIGÁS

A *Zincoligas Ind. e Com. Ltda.* produz Anodos de Sacrifício de Zinco e Alumínio segundo normas técnicas nacionais e internacionais, Anodos de Zinco SHG para zincagem eletrolítica e atende o segmento de galvanização por imersão a quente produzindo Ligas Especiais em Zinco / Alumínio e oferecendo Lingotes de Zinco Eletrolítico SHG.

*Mais informações: [www.zincoligas.com.br](http://www.zincoligas.com.br)*



### FILIE SUA EMPRESA À ABRACO E APROVEITE OS BENEFÍCIOS



- Descontos em cursos e eventos técnicos
- Descontos significativos nas aquisições de publicações na área de corrosão e proteção anticorrosiva.
- Descontos em anúncios na Revista Corrosão & Proteção
- Recebimento de exemplares da Revista Corrosão & Proteção
- Pesquisas bibliográficas gratuitas na Biblioteca da ABRACO
- Inserção do perfil da empresa no site institucional da ABRACO

#### *E muito mais!*

Filie-se a ABRACO e faça parte da comunidade técnico-empresarial de Corrosão & Proteção.

*Mais informações: [www.abraco.org.br](http://www.abraco.org.br) – [abraco@abraco.org.br](mailto:abraco@abraco.org.br)*

# Corrosão em superfície metálica com proteção de *resina* fenólica

*Este artigo avalia o processo corrosivo em superfície metálica com a proteção de revestimento fenólico a partir do líquido da casca de castanha de caju por diferentes processos de cura*



Coordenado por  
Prof. Cheila G.  
Mothé

A resina fenol-formaldeído ou fenólica foi o primeiro polímero sintético desenvolvido em 1907 por Leo Hendrik Baekeland com grande contribuição para o desenvolvimento da indústria polimérica<sup>1</sup>. Segundo MILES & BRISTON (1975)<sup>2</sup> é atribuído a Baekeland o sucesso prático da reação entre fenol e formol. Apesar de inúmeros pesquisadores da época também se dedicarem ao estudo das reações entre fenol e aldeídos, Baekeland foi o primeiro a ter uma visão abrangente das reações entre essas substâncias e a desenvolver um processo economicamente viável para produção desta resina de forma controlada em larga escala<sup>1</sup>. Antes do desenvolvimento da resina fenólica, os materiais poliméricos conhecidos e com utilidade industrial eram produtos naturais ou com modificações diretas desses produtos<sup>3</sup>.

Conforme Crespy e colaboradores (2008)<sup>1</sup> a produção da resina fenólica estava intimamente ligada ao desenvolvimento da eletricidade nos países industrializados, pois, nesse período, havia uma carência de material isolante para cabos e sistemas elétricos de baixo custo. Sendo assim, o baquelite foi utilizado primeiro como material para isolamento em rádios e, posteriormente, devido a sua coloração escura, também foi utilizado em aparelhos destes e em outros sistemas elétricos. A produção da resina fenólica coincidiu com o crescimento das indústrias automotivas e elétricas, sendo utilizada em automóveis,

telefones, televisores, rádios, joias, entre outros.

Crespy et al. (2008)<sup>1</sup> ainda ressaltam que a principal desvantagem encontrada pelo mercado da resina baquelite foi o surgimento de uma nova geração de polímeros por processos mais econômicos, tais como poli (cloreto de vinila), poliestireno, náilon e poliolefinas.

Sendo assim, houve a tendência para o direcionamento do uso da resina fenólica para aplicações mais específicas explorando suas propriedades adesivas e de resistência a altas temperaturas. Segundo a *Global Phenolic Resins Association* (GPRA), na indústria de fundição foi utilizada como ligantes de areia, além de outras aplicações envolvendo o uso em equipamentos refratários e no crescente setor automotivo foi utilizada como reforço de borracha e em equipamentos refratários.

O efeito da aplicação da resina fenólica em áreas mais específicas, tais como as citadas anteriormente, foi o surgimento diversificado de tipos e formulações de resina fenólica, também sendo empregada na indústria de compensados e aglomerados de madeira e como ligante para lâmina mineral isolante. Neste trabalho foi avaliado o processo corrosivo em superfície metálica com a proteção de revestimento fenólico a partir do líquido da casca de

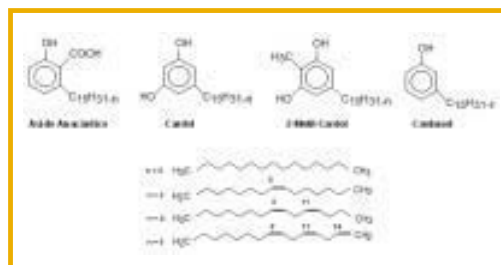


Figura 1 – Estrutura química dos principais componentes fenólicos do LCC. Fonte: Mothé et al., 2007

castanha de caju por diferentes processos de cura.

## O Líquido da Casca de Castanha de Caju (LCC)

O LCC é uma fonte natural de fenóis, sendo considerada a melhor e a que apresenta menor custo<sup>4</sup>. O LCC é um líquido viscoso, castanho-escuro, acre, cáustico e vesicante. É composto, principalmente, quando industrial, de cardanol, ácido anacárdico e 2-metil-cardanol (Figura 1), compostos fenólicos apresentando cadeia alifática de 15 átomos de carbono na posição meta em relação à hidroxila<sup>5,6</sup>.

A principal aplicação do LCC é na produção de materiais poliméricos e resinas, devido à sua potencialidade em substituir derivados de petróleo. As principais aplicações desses polímeros obtidos a partir do LCC são o uso em resinas de troca iônica, tintas anticorrosivas, materiais com resistência à água, retardante de chama, revestimentos em superfícies, em materiais de atrito e em modificação de borrachas<sup>7</sup>.

O LCC e resinas obtidas a partir deste apresentam maior flexibilidade do que as produzidas com fenóis petroquímicos



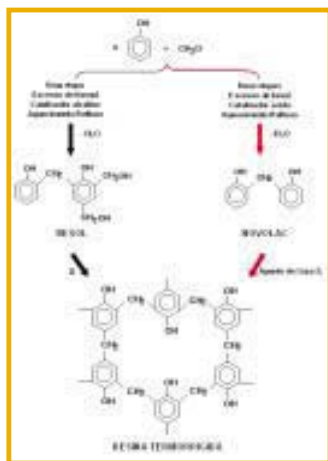


Figura 2 – Esquema representativo da síntese das resinas resol e novolac. Fonte: Adaptado de MOTHÉ *et al.*, 2007

devido ao efeito de plastificação interna proveniente da cadeia lateral e, portanto, melhor processabilidade. Além disso, a cadeia lateral fornece natureza hidrofóbica ao polímero, aumentando sua repelência à água, tornando o material mais resistente ao intemperismo e à ação de óleos minerais, ácidos e bases, com baixo índice de desgaste.

As resinas derivadas do LCC são amplamente empregadas nas áreas de materiais de fricção, automóveis, revestimentos de superfície, adesivos, laminados, compostos de borracha, além de outras aplicações. A maior utilização do LCC como monômero para produção de polímeros pode ser uma proposta promissora tendo em vista seu baixo custo, disponibilidade abundante e ser oriundo de fonte renovável<sup>8</sup>.

Amaral e Mothé (2004)<sup>9</sup> analisaram o comportamento térmico de misturas de resina de LCC e resina poliéster comercial, além de avaliar sua aplicabilidade como um novo tipo de revestimento para aplicação em cerâmicos. Resultados de Análise Térmica obtidos por Termogravimetria comprovaram o aumento da estabilidade térmica

após o processo de cura da mistura. As autoras também elaboraram um estudo da cinética de decomposição não isotérmica, através da utilização dos modelos de Friedman e Ozawa – Flynn – Wall. A obtenção de valor intermediário de energia de ativação para mistura em relação a valores de energia de ativação para as resinas isoladas indicou a compatibilidade entre a resina fenólica de LCC e a de poliéster. A compatibilidade entre as resinas e a elevada estabilidade térmica apresentada após o processo de cura revelaram uma alternativa promissora para revestimento de materiais cerâmicos.

### Preparação de Resinas Fenólicas

O método de preparação das resinas fenólicas ocorre por condensação do fenol com aldeído na qual a água é produzida como um subproduto. A polimerização por condensação ocorre por etapas e, normalmente, a matéria-prima fenólica é o próprio fenol e o aldeído utilizado é o formaldeído. A variedade de resinas fenólicas que pode ser obtida está relacionada com a razão entre fenol e aldeídos, a temperatura da reação e o catalisador selecionado<sup>10-11</sup>. O emprego de catalisadores ácidos e básicos é uma forma de atuar no processo de polimerização de modo a flexibilizá-lo, sendo este papel decisivo para a engenharia de fabricação e moldagem, produzindo a resina fenólica pelos processos de um ou dois estágios.

A resina do tipo novolac é produzida reagindo formaldeído em excesso molar de fenol e utilizando catalisador ácido, como ácido sulfúrico, ácido oxálico entre outros. Neste caso, não existem grupos metilol reativos. Portanto, para obtenção de ligações cruzadas com este tipo de material, gerando resinas insolúveis e infusíveis, é necessário

acrescentar, durante a fase de formulação, materiais capazes de liberar mais formol. O hexametilenotetramina (HMTA) é o agente de cura mais empregado, o qual, pela ação do calor, reage com as moléculas lineares da resina novolac através das ligações de metileno contidas na sua estrutura química formando um polímero reticulado e tridimensional como mostra a Figura 2<sup>2</sup>.

A resina do tipo resol alcança o estágio de cura apenas pelo aquecimento, pois possuem grupos metilol que fazem condensar as moléculas produzindo um material termorrígido. Porém, a resina fenólica do tipo novolac requer a adição de um agente de cura a fim de completar a razão molar entre o fenol e o formaldeído, formando ligações de metileno necessárias para a formação das ligações cruzadas, resultando na cura desse material. A etapa de cura é considerada como sendo um segundo estágio do processo de condensação.

### Cura por plasma

A palavra plasma tem origem grega e significa “algo moldado”. Descreve uma ampla variedade de substâncias macroscópicas neutras interagindo com muitos elétrons livres, átomos ou moléculas ionizadas, que exibem comportamento coletivo devido às forças de *Coulomb* de longo alcance<sup>12-13</sup>. Ela foi aplicada pela primeira vez por Tonks e Langmuir em 1929 para definir a região do interior de um gás ionizado incandescente produzido por descarga elétrica em um tubo.

O plasma pode ser produzido pelo aumento da temperatura de uma substância até que uma ionização razoavelmente alta seja obtida ou utilizando processos de ionização com o aumento do grau de ionização acima do valor do equilíbrio térmico<sup>12-13</sup>. A ionização é gerada pela perda de elétrons do átomo, o estado ioniza-

do é sustentado devido às colisões entre átomos do gás serem suficientemente intensas para que os elétrons sejam arrancados dos mesmos, pelo fato dos elétrons removidos raramente encontrarem um íon com o qual possam se recombinar e devido ao gás estar sujeito a fontes externas de energia, tais como campos elétricos intensos ou radiações capazes de arrancar os elétrons dos átomos<sup>13, 14</sup>.

O processo de tratamento da superfície dos polímeros com gases não polimerizáveis, tais como, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> e gases nobres, baseia-se na interação de espécies do plasma com a superfície. O bombardeamento de superfícies poliméricas com partículas energéticas quebra as ligações covalentes na superfície do polímero levando à formação de radicais superficiais. Estes radicais reagem com as espécies ativas do plasma para formar vários grupos funcionais químicos ativos na superfície do substrato.

A tecnologia do plasma oferece uma ampla variedade de tratamentos nos materiais a fim de oferecer características especiais às superfícies. Possui aplicações industriais, como por exemplo, modificação de superfície, iluminação, laser, entre outros<sup>15, 16</sup>.

O tratamento por plasma neste estudo é o plasma frio para modificação da superfície polimérica com o intuito de promover a cura da resina à base de LCC. Os plasmas frios podem ser utilizados para modificações de superfície de materiais poliméricos, que vão desde simples mudanças topográficas para a criação de uma superfície química específica até revestimentos que são radicalmente diferentes em relação ao material original<sup>16</sup>.

A tecnologia de tratamento de superfície por plasma representa uma alternativa eficiente, limpa e econômica para modificação das características funcio-

nais da maioria das superfícies orgânicas<sup>16, 17</sup>.

Outra vantagem do processo por plasma a baixa pressão é o fato de que a profundidade dos choques das espécies do plasma no substrato limita-se a poucos microns, preservando a estrutura molecular e evitando a degradação do polímero<sup>18</sup>. Além disso, possibilita a produção de uma variedade de superfícies específicas de acordo com a variação dos parâmetros utilizados para geração do plasma<sup>19</sup>.

### **Processo de Corrosão em Superfície Metálica**

A corrosão pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos<sup>20</sup>. Conforme Nunes (2007)<sup>20</sup>, a corrosão é um importante fator que prejudica a integridade de materiais, equipamentos e instalações, gerando impacto na confiabilidade dos mesmos.

O processo de corrosão em metais por meio de ação química ou eletroquímica é chamado de corrosão metálica. A deterioração, por ação química do meio, de materiais não metálicos, tais como, concreto, borracha, polímeros e madeira, também é considerada, por alguns autores, como corrosão<sup>20, 21</sup>.

Segundo a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), o processo corrosivo encontrado em dutos metálicos é, basicamente, eletroquímico. As reações eletroquímicas ocorrem na presença de um eletrólito líquido, normalmente aquoso, associado ao movimento de partículas carregadas, tais como, íons, elétrons ou ambos<sup>22</sup>.

Normalmente os materiais mais utilizados na fabricação de tubos são aços (carbono, liga e inoxidáveis), ferros (fundido, forjado, liga e nodular), não-fer-

rosos (cobre, latão, chumbo e alumínio), polímeros (PVC, teflon, polietileno, epóxi), além de outros materiais, tais como, vidro, borracha, cerâmica, concreto, cimentoamianto.

Segundo Nóbrega et al. (2003)<sup>23</sup>, uma tubulação é, basicamente, um metal envolvido por um eletrólito. Com o decorrer do tempo, os potenciais elétricos podem sofrer variações de um ponto para outro da tubulação, gerando regiões catódicas e anódicas.

As áreas com diferenças de potencial são a base das células de corrosão onde condições específicas devem estar presentes para que elas passem a atuar com<sup>24</sup>:

- Existência de um anodo e um catodo;
- Presença de potencial elétrico entre o anodo e o catodo;
- Existência de um caminho metálico conectando eletricamente o anodo e o catodo;
- Imersão do catodo e do anodo em um eletrólito eletricamente condutivo. Por exemplo, a mistura de solo comum e água, circundando os dutos é suficiente para atender essa exigência.

A formação da célula de corrosão é garantida pela presença dos quatro itens citados acima, onde uma corrente elétrica irá fluir e o metal será consumido no anodo. Apenas com a remoção de um desses fatores o processo de corrosão é interrompido.

As formas mais importantes de corrosão metálica são a corrosão uniforme, corrosão localizada, por aeração diferencial (fili-forme) e corrosão galvânica<sup>25</sup>. A classificação da corrosão quanto à sua forma é útil para avaliar os danos causados, baseado na aparência do metal corroído. A corrosão pode levar à redução da espessura e facilitar trincas e fratura no metal.

A corrosão uniforme ataca toda a superfície metálica, é facil-

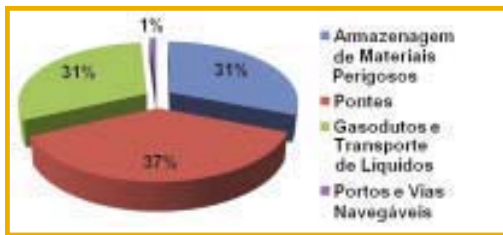


Figura 3 – Custo da corrosão na categoria infraestrutura nos EUA em 2002 (Total: US\$ 22,6 bilhões). Fonte: Adapt. de MICHIEL et al., 2002



Figura 4 – Custo da corrosão na categoria produção industrial nos EUA em 2002 (Total: US\$ 17,6 bilhões). Fonte: Adapt. de MICHIEL et al., 2002

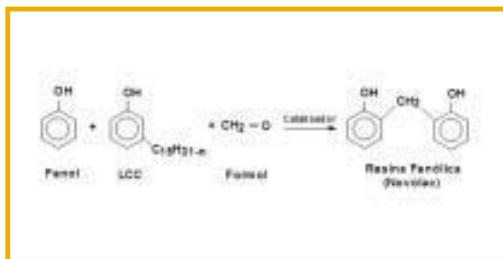


Figura 5 – Reação de obtenção da resina fenólica do tipo novolac a base de LCC (RNC)

mente detectada e por isso é a forma menos perigosa. Gera perda de massa de maneira regular em toda a extensão do material<sup>25</sup>.

A corrosão de estruturas metálicas enterradas tem sido considerada como um grave problema. Estatísticas de custos com relação a esse transtorno são apresentadas por poucos países, sendo este tipo de corrosão responsável por uma parcela considerável dos custos globais da corrosão. Como consequência da corrosão alguns eventos podem ocorrer, tais como, perda de fluidos valiosos (petróleo e derivados), contaminação ambiental (solo e lençol freático) com possibilidade de incêndios e explosões, perda de vidas e de proprie-

dades decorrentes dos acidentes, interrupção de sistemas elétricos e de comunicação e superdimensionamento das estruturas<sup>20</sup>.

A deterioração por corrosão de estruturas metálicas enterradas, tais como, oleodutos e gasodutos, ocorre devido ao contato direto de tal estrutura com o solo. Para preservação da integridade externa, sistemas de oleodutos são projetados e

construídos com revestimentos (proteção física) e com proteção catódica (corrente impressa ou ânodos de sacrifício), no entanto, os danos gerados pela corrosão são uma realidade neste tipo de sistema. Esses danos, fisicamente localizados, podem evoluir com o tempo e causar falhas nos sistemas de dutos. Segundo Sosa & Alvarez-Ramirez (2009), a corrosão é uma das principais causas de rupturas em dutos com tempo de ocorrência média de aproximadamente cinco meses e o tipo de dano mais comum é a corrosão externa. A deterioração por corrosão externa em tubulações enterradas ocorre devido à formação de células de corrosão entre a estrutura metálica e a do solo. A gravidade desta deterioração é determinada pelo grau de corrosividade ambiental.

Estudos realizados pela PETROBRÁS têm revelado que os dutos em atividade no país apresentam graves problemas de corrosão e formação de depósitos, tanto orgânicos quanto inorgânicos. A extensão e gravidade destes problemas estão relacionadas ao tipo de produto transportado, condições de operação e localização, implicando em manutenção periódica dos mesmos e causando sérios prejuízos, tanto do ponto de vista de processo, como pela necessidade de interrupção das operações<sup>24</sup>.

A corrosão em dutos de aço carbono associadas à condução de petróleo, ao refino e a distribuição de seus derivados, torna-se de extrema importância quando relacionadas à importância dessa matéria-prima para a geração de energia e na produção de diversos produtos petroquímicos e aos prejuízos gerados por processos corrosivos.

O petróleo bruto possui uma composição complexa e varia amplamente nas suas propriedades físico-químicas. Características como ponto de fusão, ponto de ebulição, pressão de vapor, coeficiente de partição e solubilidade em água dos óleos podem diferir entre as regiões produtoras de petróleo, bem como dentro de um campo de produção específico. Apesar da diferença existente entre as propriedades físico-químicas, algumas generalizações podem ser feitas sobre a influência do petróleo sobre a corrosão. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), em combinação com a água, são os maiores responsáveis por problemas decorrentes da corrosão em tanques e dutos de petróleo bruto, embora apresentem taxas de corrosão distintas. Parte da corrosão de dutos e em estruturas de aço das refinarias também pode ser atribuída à presença de ácidos naftênicos. A temperatura elevada propicia um intenso pro-

**TABELA 1 – CAUSAS DE ACIDENTES ENVOLVENDO DUTOS DE TRANSPORTE LÍQUIDOS PERIGOSOS NO PERÍODO ENTRE 2002 E 2003. FONTE: NACE, 2009**

<i>Causas</i>	<i>Número de Acidentes</i>	<i>% Total de Acidentes</i>	<i>Barris Perdidos</i>	<i>Danos Materiais (US\$)</i>	<i>% do Total de Danos Materiais</i>	<i>Fatalidades</i>	<i>Lesões</i>
Escavação	40	14,7	35.075	8.987.722	12	0	0
Forças Naturais	13	4,8	5.045	2.646.447	3,5	0	0
Forças Externas	12	4,4	3.068	2.062.535	2,8	0	0
Falha na solda ou no Material	45	16,5	42.606	30.681.741	41	0	0
Falha em Equipamento	42	15,4	5.717	2.761.068	3,7	0	0
Corrosão	69	25,4	55.610	17.775.629	23,8	0	0
Operação	14	5,1	8.332	817.208	1,1	0	4
Outros	37	13,6	20.022	9.059.811	12,1	1	1
Total	272	-	175.475	74.792.161	-	1	5

cesso de corrosão do material metálico por favorecer a formação dos ácidos naftênicos.

### Custos da Corrosão

No ano de 2002, a *National Association of Corrosion Engineers* (NACE), conduziu um completo estudo sobre o impacto da corrosão metálica na economia dos EUA. A conclusão deste estudo evidencia que a corrosão é um dos maiores problemas enfrentados pela indústria. Somente nos Estados Unidos os gastos associados à corrosão consomem 3% do PIB, todos os anos, algo em torno de US\$ 400 bilhões. De uma forma geral, os estudos em diferentes países, tais como Japão, Reino Unido e Estados Unidos, têm chegado a conclusões semelhantes, estimando custos variáveis entre 1% a 5% do PIB. No Brasil, os gastos podem chegar a cerca de US\$ 10 bilhões, grande parte na indústria petrolífera<sup>20</sup>.

No referido estudo, foi informado que o custo direto da corrosão metálica nos EUA foi de US\$ 276 bilhões. No entanto, estima-se que cerca de 25 a 30% da corrosão anual ocorre em pontes (US\$ 8,3 bilhões), gasodutos e transporte de líquidos (US\$ 7 bilhões), portos e vias navegáveis (US\$ 0,3 bilhões),

armazenagem de materiais perigosos (US\$ 7 bilhões), aeroportos e ferrovias (custo não especificado nesse estudo). O custo anual direto nesta categoria foi estimado em US\$ 22,6 bilhões (Figura 3). No setor de distribuição de gás e derivados de petróleo, a corrosão é o principal fator que influencia na longevidade e na confiabilidade dos dutos. A média do custo anual relacionado à corrosão é estimada em US\$ 7 bilhões para monitorar, substituir e manter os dutos em operação. Os custos relacionados à operação e manutenção representam cerca de 80% deste total.

Nos Estados Unidos a categoria de produção industrial correspondendo aos setores de exploração e produção de gás e petróleo (US\$ 1,4 bilhões), refino de petróleo (US\$ 3,7 bilhões), produção química, petroquímica e farmacêutica (US\$ 1,7 bilhões), mineração (US\$ 0,1 bilhões), papel e celulose (US\$ 6 bilhões), eletrodomésticos (US\$ 1,5 bilhões), produção agrícola (US\$ 1,1 bilhões) e alimentar (US\$ 2,1 bilhões), o custo total da corrosão na produção industrial é estimado em cerca de US\$ 17,6 bilhões (Figura 4).

### Acidentes

A garantia de segurança e de

integridade do transporte dutoviário de petróleo e seus derivados é obtida a partir da excelência em suas operações. Esse sistema transporta hidrocarbonetos, gasosos ou líquidos, incluindo gás natural, petróleo bruto, produtos de alta pressão de vapor, tal como, o gás propano e produtos refinados, tais como, gasolina ou querosene de aviação, entre outros.

Devido à toxicidade do material transportado pelos dutos os vazamentos podem causar contaminação do solo, de lençóis freáticos ou cursos d'água que se encontram na área do duto, incêndios e explosões.

Conforme a *National Association of Corrosion Engineers* (2009) são muitas as causas que contribuem para falhas em um duto. O Departamento de Transporte do Governo Americano (RSPA/OPS) possui uma seção destinada ao controle específico do transporte dutoviário, chamada de *Office of Pipeline Safety*, OPS. Este órgão possui um dos mais antigos bancos de dados sobre incidentes e acidentes envolvendo dutos e suas causas (Tabela 1).

### Testes de Corrosão

A corrosão de materiais metálicos é influenciada por diver-

**TABELA 2 – RESINAS (SINTETIZADAS E COMERCIAL) E SUAS RESPECTIVAS NOMENCLATURAS**

Resinas	Nomenclaturas	
Resina à base de LCC não curada líquida	RNC	
Resina à base de LCC curada com HMTA	0,5% p/p HMTA	RC 0,5% p/p HMTA
	1,0% p/p HMTA	RC 1,0% p/p HMTA
Resina à base de LCC curada por Plasma	30 minutos	RCP 30 min
	15 minutos	RCP 15 min
Resina Epóxi Comercial	RE	



*Figura 6 – Cura da RNC com aquecimento em estufa*



*Figura 7 – Corpos-de-prova revestidos com incisões de RNC, RE, RC 1,0 % HMTA e RCP 15 min*

os fatores que modificam o ataque químico ou eletroquímico, não existindo um método único de ensaio de corrosão e sim uma grande variedade de ensaios.

Os ensaios cíclicos de corrosão possuem como característica básica a apresentação de possíveis falhas ocorridas pelo processo corrosivo similares às obtidas em exposições naturais. O ensaio cíclico de corrosão pode envolver a exposição de corpos-de-prova a períodos sucessivos, simulando condições ambientais diferentes e de forma repetitiva. O ciclo pode iniciar com a primeira fase de exposição onde a amostra é submetida por um tempo determinado a um ambiente salino. A segunda fase pode ser caracterizada pela alteração de temperatura (choque térmico) seguida pela última fase de exposição à radiação ultravioleta.

A câmara de névoa salina visa simular o que ocorre em áreas de atmosfera salina e umidade elevada. O ensaio em baixa temperatura simula o choque térmico frente às mudanças de temperaturas em que a estrutura metálica revestida pode encontrar no ambiente. E a exposição à radiação

ultravioleta simula a agressividade gerada pela exposição aos raios ultravioleta<sup>21</sup>.

## Parte Experimental

### Síntese da Resina à base de LCC (RNC)

Para o preparo da resina fenólica do tipo novolac à base de LCC resina não curada (RNC), utilizou-se um reator de 500 mL de três bocas. Em cada uma delas foi conectado um condensador de refluxo para evitar perdas por evaporação, um agitador mecânico do tipo âncora e um termômetro. A metade do volume do reator ficou submersa em um banho de água com temperatura controlada.

Ao reator foi introduzida uma quantidade adequada de uma composição fenólica (matéria-prima, excesso em relação ao formol), de fenol petroquímico e LCC. Essa mistura foi agitada e aquecida entre 70 e 80 °C, à pressão ambiente, quando, então, foi adicionado o catalisador (ácido). Por último, foi adicionado o formol. O tempo de reação variou entre uma e duas horas. A reação é ilustrada na Figura 5.

## Resina Epóxi (RE)

Para efeito comparativo com as resinas à base de LCC, foi utilizada a resina epóxi bicomponente comercial (RE), preparada com duas partes em massa do componente A (Resina epóxi à base de diglicidil éter de bisfenol A) e uma parte do componente B (amina alifática) como apresentado na Tabela 2.

## Aplicação em Superfície Metálica

Corpos-de-prova de aço carbono 1020 foram jateados com microesferas de sílicas para limpeza e remoção da camada de óxidos antes de cada aplicação das resinas. Foram utilizados corpos-de-prova com dimensões de 7,0 x 5,0 x 0,3 cm para RC 0,5 % p/p HMTA e corpos-de-prova menores para cura por plasma, devido a limitações de tamanho do reator de cura.

Nos ensaios preliminares, a aplicação das resinas foi feita em apenas um dos lados dos corpos-de-prova. Posteriormente, os corpos-de-prova foram totalmente revestidos pelas resinas para o processo de cura. A cura do revestimento dos dois lados dos corpos-de-prova torna-se essencial para ensaios de corrosão, onde a exposição ao ambiente corrosivo abrange toda a área do material exposto.

## Processo de Cura

### Cura da RNC com HMTA

Foram preparados corpos-de-prova com aplicação da Resina Não Curada acrescida de HMTA (0,5 % p/p e 1,0 % p/p). A seguir, foi feito o aquecimento dos corpos-de-prova, totalmente revestidos, em estufa (Figura 6) a uma temperatura superior a 130 °C por 24 horas para a cura das resinas.

Conforme a Tabela 2, as resinas à base de LCC curadas com HMTA 0,5 p/p e 1,0 % p/p, res-

**TABELA 3 – DADOS DE EMPOLAMENTO, CORROSÃO E AVANÇO DE CORROSÃO NA INCISÃO DOS CORPOS-DE-PROVA REVESTIDOS APÓS O TÉRMINO DO ENSAIO DE CORROSÃO**

<i>Amostras</i>	<i>Empolamento*</i>	<i>Corrosão**</i>	<i>Avanço de Corrosão na Incisão (mm)</i>
RNC	0	Ri 4	0,189
RE Comercial	0	Ri 1	0,085
RC 1 % p/p HMTA	0	Ri 3	0,176
RCP 15 min	2/3 (S <sub>2</sub> )	Ri 0	0,175

\*Norma ISO 4628/2 – Empolamento: Grau 0 a 5 – densidades de empolamento (onde 0, nulo e 5, denso) e  $S_{(n)}$  – tamanho dos empolamentos (onde n=1 micro-empolamentos e n=5 empolamentos grandes).

\*\*Norma ISO 4628/3 – Corrosão: área corroída em relação à superfície revestida, onde Ri0 – 0%, Ri1 – 0,05%, Ri2 – 0,5%, Ri3 – 1%, Ri4 – 8% e Ri5 – 40 a 50%

pectivamente, foram denominadas RC 0,5 % p/p HMTA e RC 1,0 % p/p HMTA.

#### **Cura da Resina RNC por Plasma**

Para a cura dos dois lados dos corpos-de-prova foi utilizado um conjunto de quatro suportes cerâmicos mostrados na Figura 7. Após 15 minutos de exposição ao plasma, foi feita a exposição da outra superfície do corpo-de-prova por mais 15 minutos. O suporte com material cerâmico foi utilizado para diminuição da condutividade elétrica e promover cura homogênea em toda a superfície exposta.

#### **Ensaio de Corrosão**

Primeiramente, as bordas dos corpos-de-prova foram revestidas com epóxi poliamida pigmentada com alumínio. Posteriormente, foram feitas incisões em dois dos três corpos-de-prova de cada tipo de revestimento produzido, RNC, RC 1,0% HMTA e RCP 15 min, para avaliação do processo corrosivo que ocorreu nesta falha em comparação com o revestimento sem falha, conforme a Figura 7.

Devido à limitação em relação ao tamanho dos corpos-de-prova com RCP 15 min (7,0 x 5,0 x 0,3 cm) para a acomodação

nas câmaras dos ensaios corrosivos, foi necessário a fixação desses em placas com dimensões de 15 x 10 cm com massa epóxi.

A Figura 8 apresenta o ciclo dos ensaios de corrosão realizados, onde todos os corpos-de-prova revestidos com RNC, RE, RC 1,0% HMTA, e RCP 15 min, percorreram juntos todas as etapas. O ensaio cíclico de corrosão, composto de três ciclos, foi realizado em laboratório expondo-se os corpos-de-prova à seguinte sequência de condições de agressividade:

- **Névoa Salina:** Três dias de exposição em câmara de névoa salina contínua, segundo a norma ASTM B117, Figura 9;
- **Baixa temperatura:** Um dia a -10 °C, Figura 10;
- **Radiação Ultravioleta (UVB):** Três dias de exposição à radiação ultravioleta (oito horas) e condensação de umidade (quatro horas), de acordo com a norma ASTM G154.

A avaliação do desempenho dos revestimentos foi feita de acordo com a norma ISO 4628/2 e ISO 4628/3 utilizando os seguintes parâmetros:

- **Corrosão:** A corrosão foi avaliada de acordo com a norma ISO 4628/3 em função do percentual de área com corrosão por uma escala que varia da



Figura 8 – Ciclo dos ensaios de corrosão



Figura 9 – Ensaio de corrosão em câmara de névoa salina das amostras de RNC, RE, RC 1,0% p/p HMTA e RCP 15 min



Figura 10 – Ensaio de exposição à baixa temperatura (-10 °C) das amostras RNC, RE, RC 1,0 % p/p HMTA e RCP 15 min. Em destaque, corpos-de-prova, revestidos com RNC, RE, RC 1,0 % p/p HMTA e RCP 15 min

seguinte forma:

Ri0 – 0 %, Ri1 – 0,05 %, Ri2 – 0,5 %, Ri3 – 1 %, Ri4 – 8 % e Ri5 – 40 a 50 %.

- **Avanço de corrosão, sob o revestimento, na incisão:** conforme a norma ISO 4628/3 o avanço foi determinado de acordo com a seguinte fórmula: Avanço da corrosão na incisão =  $(d - 0,3)/2$ , onde d é o valor médio (mm) correspondente à largura total do avanço de corrosão sob o revestimento. E o valor de 0,3 refere-se ao desconto da largura da incisão.



Figura 11 – Imersão do corpo de prova de aço carbono 1020 revestidos de RCP 15 min em óleo leve



Figura 12 – Imersão do corpo-de-prova de aço-carbono 1020 revestidos de RCP 15 min em óleo leve



Figura 13 – Corpos-de-prova revestidos com RNC após 1º ciclo completo do ensaio de corrosão

Os corpos-de-prova de aço carbono 1020 revestidos com RC 0,5% p/p HMTA (Figura 11) e RCP 15 min (Figura 12) foram imersos em óleo leve para avaliar o comportamento do revestimento quando exposto ao petróleo. O corpo de prova revestido com RC 0,5 % p/p HMTA e com RCP 15 min permaneceram submersos em óleo leve no período de março/2008 até março/2010.

O ensaio cíclico de corrosão, composto de três ciclos, foi realizado em laboratório expondo-se os corpos-de-prova revestidos com RNC, RC 1,0% p/p HMTA, RE e RCP 15 min à seguinte sequência de condições de agressividade:

- **Névoa Salina:** Três dias de exposição em câmara de névoa salina contínua, segundo a norma ASTM B117;
- **Baixa temperatura:** 1 dia a -10°C;
- **Radiação Ultravioleta (UVB):** Três dias de exposição à radiação ultravioleta (oito horas) e condensação de umidade (quatro horas), de acordo com a norma ASTM G154.

Cada ciclo teve a duração de sete dias ou 168 horas e o tempo total de exposição referente a três ciclos foi de 21 dias ou 504 horas.

A avaliação da evolução das falhas, por empolamento e/ou corrosão, verificadas nos corpos-de-prova de aço 1020 revestidos no decorrer dos ciclos de ensaio e o avanço da corrosão a partir da incisão foi feita conforme a

norma ISO 4628 parte 2 (empolamento) e parte 3 (corrosão) baseada em padrões visuais.

### Resultados e Discussão dos Ensaio de Corrosão

Através da avaliação visual dos revestimentos expostos ao ensaio cíclico de corrosão, pode-se observar em todos os corpos-de-prova, que o processo de corrosão tem seu início na parte inferior dos mesmos. Nessa região ocorreu maior concentração de umidade devido à acomodação das placas na posição vertical no interior das câmaras. Assim como, também é propício o surgimento da corrosão na região em torno do orifício das placas. Como era esperado, a incisão feita no revestimento propiciou a corrosão no aço.

A Figura 13 exhibe a RNC após o 1º ciclo de ensaio de corrosão. Pode-se perceber a degradação do revestimento não curado, assim como, a corrosão do aço na incisão feita no revestimento. A Figura 14 apresenta a RNC após o 2º ciclo de corrosão onde é possível observar o avanço da corrosão. O aspecto final da RNC após o 3º ciclo de corrosão é mostrado na Figura 15. Em uma das placas com incisão a corrosão se confunde com o avanço da corrosão na incisão dificultando na avaliação precisa do mesmo. Pela inspeção visual a corrosão do corpo-de-prova com RNC foi classificado como Ri4, tendo 8% de área corroída em relação a superfície. Ao final do ensaio cíclico o avanço da corrosão na incisão da RNC foi de

0,189 mm.

Os corpos-de-prova com a Resina Curada por Plasma 15 min após o 1º ciclo de corrosão são apresentados na Figura 16. A incisão feita no revestimento provocou o processo esperado de corrosão do aço. A Figura 17 mostra a RCP 15 min após o 2º ciclo de corrosão ainda sem a presença de corrosão, entretanto com a formação de empolamento. Porém, é interessante observar que no corpo-de-prova sem incisão, o revestimento fenólico à base de LCC curado por Plasma permaneceu sem nenhum ponto de corrosão e este comportamento manteve-se até o fim do 3º ciclo de corrosão, como pode ser visualizado na Figura 18 (corpo de prova localizado no meio). Pontos de corrosão na região em torno do orifício da placa são desconsiderados na avaliação. O avanço de corrosão na incisão foi de 0,175 mm.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados de empolamento, corrosão e avanço de corrosão na incisão, evidenciando que a RCP 15 min exibiu a maior resistência a corrosão, não apresentando nenhum ponto de corrosão em 504 horas de ensaio, sendo comparável com a RE utilizada comercialmente, como mostra a Figura 19. Além de apresentar menor avanço de corrosão na incisão quando comparado com RC 1% p/p HMTA. Porém, a RCP 15 min apresentou empolamento entre baixa e média frequência. A RE comercial apresentou pequeno grau de corrosão e foi provavel-



Figura 14 – Corpos-de-prova revestidos com RNC após 2° ciclo completo do ensaio de corrosão



Figura 15 – Corpos-de-prova revestidos com RNC após 3° ciclo completo do ensaio de corrosão



Figura 16 – Corpos-de-prova revestidos com RCP 15 min após 1° ciclo do ensaio de corrosão



Figura 17 – Corpos-de-prova revestidos com RCP 15 min após 2° ciclo do ensaio de corrosão.

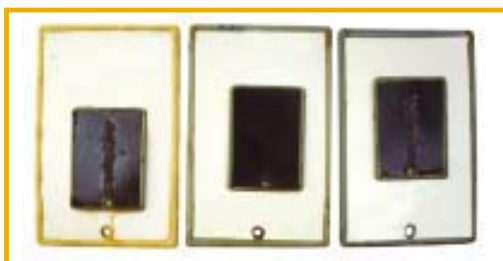


Figura 18 – Corpos-de-prova revestidos com RCP 15 min após 3° ciclo completo do ensaio de corrosão



Figura 19 – Corpos-de-prova revestidos com RE após 3° ciclo completo do ensaio de corrosão

mente decorrente de falhas na aplicação devido a menor espessura do revestimento, por volta de 50  $\mu\text{m}$  quando deveria ser de 200  $\mu\text{m}$ .

### Conclusão

O processo de cura do revestimento a base de resina fenólica curado por plasma é inovador e apresenta maior eficiência, ou seja, proporciona maior homogeneidade a superfície. Não apresentando diferença significativa quando comparada com agentes de cura convencionais como o HMTA.

A baixa espessura dos revestimentos RNC, RE e RC 1% p/p HMTA aplicada nos corpos-de-

prova (por volta de 50  $\mu\text{m}$ ) pode ter influenciado no surgimento do processo corrosivo. Porém, o revestimento curado por plasma não sofreu influência da baixa espessura, mantendo-se uniforme mesmo após três ciclos de ensaios de corrosão.

Os resultados revelam que o processo de cura de revestimento fenólico á base de LCC curado por Plasma se mostrou o mais promissor quando comparado com e RC 1% p/p HMTA, pois apresentou maior resistência à corrosão com elevada estabilidade térmica, mecânica e sem alteração nas propriedades de volume do material após os ensaios de corrosão.

### Referências bibliográficas

- 1 CRESPI, D.; BOZONNET, M.; MEIER, M. 100 Years of Bakelite, the Material of a 1000 Uses. *Angew. Chem. Int. Ed.* 47, p. 3322 – 3328, 2008.
- 2 MILES, D. C.; BRISTON, J. H. *Tecnologia de Polímeros. São Paulo: Polígono S.A.*, p. 49, 1975. Traduzido por: Caetano Belliboni.
- 3 FAZENDA, J. M. R. *Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia. 3 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda*, p. 300-306, 2005.
- 4 VIEIRA, C. R. *Revestimento Anticorrosivo a partir de Fonte Renovável para Dutos de Petróleo. Orientadora: Cheila Gonçalves Motbé; Rio de Janeiro: UFRJ/EQ; CENPES/PETROBRAS.* 2010.



- Mestrado em Ciências (M.Sc.).
- 5 MOTHÉ C. G.; MILFONT, W. N. *Aplicações do LCC: Líquido da Casca de Castanha de Caju*. *Revista de Química Industrial*, 695, p. 15-19, 1994.
  - 6 MWAIKAMBO, L.Y.; ANSELL, M. P. *Cure characteristics of alkali catalyzed cashew nut shell liquid-formaldehyde resin*. *Journal of Materials Science*, v. 36, p. 3693 – 3698, 2001.
  - 7 MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. *óleo da Castanha de Caju: Oportunidades e Desafios no Contexto do Desenvolvimento e Sustentabilidade Industrial*. *Química Nova*, Ceará, v. 32, n. 3, p. 732 – 741, 2009.
  - 8 LUBI, M. C.; THACHIL, E.T. *Cashew nut Shell liquid (CNSL): a versatile monomer for polymer synthesis*. *Designed Monomers and Polymers*, v. 3, n. 2, p.123-153, 2000.
  - 9 AMARAL, P. S. T.; MOTHÉ, C. G. *Revestimento Fenólico de Blendas LCC/Poliéster para cerâmicos: Parâmetros cinéticos*. *Revista Analytica*, n. 11, p. 40-45, 2004.
  - 10 FINK, J. K. *Reactive Polymers Fundamentals and Applications: A concise Guide to Industrial Polymers*. Nova York: William Andrew Publishing, 2005. p. 241, 245.
  - 11 KNOR, A.; PILATO, L. *Phenolic Resins: Chemistry, Applications, Performance and Future Directions*. Berlin: Springer – Verlag, 1985, p. 1, 5, 6.
  - 12 DENES, F. S.; MANOLACHE, S. *Macromolecular Plasma-Chemistry: na Emerging Field of Polymer Science – Progress in Polymer Science*, 1-71, 2004.
  - 13 BITTENCOURT, J. A. *Fundamentals of Plasma Physics*. 3 ed. New York: Springer, 2004.
  - 14 BOGAERTS, A.; NEYTS, E.; GIJBELS, R.; MULLEN, J. V. D. *Gas discharge plasmas and their applications*. *Spectrochimica Acta, Part B*, v. 57, p. 609–658, 2000.
  - 15 BONIZZONI, G.; VASSALLO, E. *Plasma physics and technology; industrial applications*. *Vacuum*, v. 64, p. 327–336, 2002.
  - 16 CARRINO, L.; MORONI, G.; POLINI, W. *Cold plasma treatment of polypropylene surface: a study on wettability and adhesion*. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 121, p. 373–382, 2002.
  - 17 GOMATHI, N.; NEOGI, S. *Surface modification of polypropylene using argon plasma: Statistical optimization of the process variables*. *Applied Surface Science*, v. 255, p. 7590-7600, 2009.
  - 18 POLETTI G.; ORSINI, F.; RAFAELE-ADDAMO, RICCARDI, A.; C., SELLI, E. *Cold plasma treatment of PET fabrics: AFM surface morphology characterisation*. *Applied Surface Science*, v. 219, p. 311-316, 2003.
  - 19 GENTIL, V. *Corrosão*. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 01, 2007.
  - 20 NUNES, L. P. *Fundamentos de Resistência à Corrosão*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 1, 2007.
  - 21 WOLYNEC. S. *Técnicas Eletroquímicas em Corrosão*. São Paulo: Edusp, p. 173, 2003.
  - 22 FERNANDES, P. S. T. *Montagens Industriais: Planejamento, Execução e Controle*. 2 ed. São Paulo: Artliber, p. 156 e 157, 2009.
  - 23 NÓBREGA, C. A.; CHANG, H. K.; BRAGA, A. C. O.; FERREIRA, J. OLIVA, A. PEDE, M. A. Z. *Avaliação preliminar da corrosividade de solo com o emprego de resistividade elétrica em uma planta industrial utilizada para armazenamento de derivados de petróleo*. *Geociências*, UNESP, v. 22, p. 83-93, 2003.
  - 24 DIAS, L. A. M. *Estruturas de Aço: Conceitos, Técnicas e Linguagem*. 5 ed. São Paulo, Zigurate Editora, 2006.
  - 25 SOARES, C. G.; GARBATON, Y.; ZAYED, A. WANG, G. *Corrosion wastage model for ship crude oil tanks*. *Corrosion Science*, v. 50, p. 3095-3106, 2008.

---

**Cheila G. Mothé**

Profa. Titular EQ/UFRJ)

**Cristiane R. Vieira**

M.Sc. EQ/UFRJ

**Michelle G. Mothé**

Doutoranda EQ/UFRJ

**Suellen M. Stefanoni**

Graduanda UFF

**Fernando Fragata**

Engenheiro CEPEL

Contato: cheila@eq.ufrj.br



Sueli Brusco

## Os três *mosqueteiros* da gestão pessoal

*Motivar, reconhecer e recompensar são as chaves para que uma ação ou mesmo um simples evento obtenham o sucesso esperado*

A construção de líderes é um processo gradativo e de consciência. O gestor de pessoal é uma ponta fundamental no sucesso das estratégias da empresa. Sem um bom líder, não há motivação, tampouco produtividade e muito menos reconhecimento. Esses três pilares são capazes de tornarem uma ação ou simples evento em sucesso pleno.

A ambição de atingir mercados, metas e abocanhar concorrentes tornam a empresa tão cega que os erros aparecem na base, na estrutura, na gestão pessoal. Portanto, quem ainda não percebeu que a estratégia das vendas e do negócio dependem da motivação está perdendo alguma fatia do mercado ou patinando em ações erradas, pois o discurso da empresa não está calcado apenas no planejamento e na criação de metas. É preciso incorporar a alma nas ações. Primeiro credibilizar a equipe e ela o produto. Isso quer dizer, legitimar no sentido de mostrar quão capaz ela é de promover avanços.

Esse gerenciamento deve estar alinhado com uma boa gestão pessoal. Mas por quê? A resposta é simples: o ser humano é impulsionado pelo estímulo. Qualquer organização é composta de pessoas capazes. Algumas são mal gerenciadas, nem gerenciadas são. É nessa fluida engrenagem que o negócio é sustentado e executado. Portanto, senhores do mercado, mãos à

obra e olhos voltados à equipe.

Pois bem, se a motivação é a base da produção e o único estímulo que você dispõe é o salário do funcionário, ele automaticamente vai produzir de acordo com o que você paga. O endomarketing está na mesa para trazer resultados, não só para comunicar. A comunicação é fundamental, principalmente aquela direcionada à valorização do quadro efetivo. Mostrar que a equipe também é parte da mensagem é algo genial, e hoje em dia fator de mudanças.

Não adianta fidelizar o consumidor, isso já descobrimos como fazer. A questão é comprometer o público interno para que a imagem da corporação não tenha ruídos, e todos que lá trabalham sejam realmente felizes e produtivos. Ao invés de primeiramente cobrar metas, estimule o empenho.

Muitas apostam em premiações como viagens, bônus e prêmios em geral para quem alcança a meta. Não é um erro. A questão não é só entregar o prêmio ao funcionário. O ideal seria reconhecer pessoalmente cada um que superou suas metas individuais. Essa habilidade do gestor é o que chamamos de corpo a corpo. Isso se faz sem gerar custos à organização. Um gesto de aperto de mãos, uma salva de palmas, uma placa comemorativa ou uma notinha no jornal interno, custa quanto? E significa quanto em retorno?

Ousar no mercado pode ser um risco, mas ousar internamente buscando o comprometimento do setor pessoal jamais será arriscado. O marketing de incentivo, portanto, não está baseado tão somente em premiações em valores, mas também em relacionamento interpessoal. É normal encontrar funcionário que é *top* de vendas. Ele recebe todo mês o bônus de recompensa. Mas o diretor mal sabe o nome dele. Talvez, com ele valeria trocar o prêmio em papel, pelo abraço do chefe diante da equipe, ou um jantar entre colegas.

Por isso, ao pensar em gerenciar o setor de recursos humanos, preste atenção nas pessoas. Estão nelas as chaves do desempenho, o valor da empresa. Os resultados tendem a aparecer com as novas técnicas na rotina do RH.

Ouse, credibilize, venda mais!

---

### Sueli Brusco

*Sócia e diretora executiva da SimGroup, especializada em marketing e programas de reconhecimento. Também é socióloga e psicóloga, especialista em Programação Neurolingüística, psicodrama, psicologia comportamental, marketing pessoal, marketing político e automotivação. É oradora motivacional de cursos e workshops sobre Desenvolvimento da Inteligência Emocional.*

*Contato: [www.fimweb.com.br](http://www.fimweb.com.br)*

# Empresas associadas à ABRACO

A ABRACO espera estreitar ainda mais as parcerias com as empresas, para compartilhar os avanços tecnológicos do setor.

**ADVANCE TINTAS E VERNIZES LTDA.**

[www.advancetintas.com.br](http://www.advancetintas.com.br)

**AKZO NOBEL LTDA - DIVISÃO COATINGS**

[www.international-pc.com/pc/](http://www.international-pc.com/pc/)

**ALCLARE REVEST. E PINTURAS LTDA.**

[www.alclare.com.br](http://www.alclare.com.br)

**BIESOLD INTRAGÁS DO BRASIL LTDA.**

[www.biesold.com](http://www.biesold.com)

**BLASPINT MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.**

[www.blaspint.com.br](http://www.blaspint.com.br)

**B BOSCH GALVANIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.**

[www.bbosch.com.br](http://www.bbosch.com.br)

**BULGARELLI & MOMBERG CONSULTORIA LTDA.**

[www.bmcpinturas.com.br](http://www.bmcpinturas.com.br)

**CEPEL - CENTRO PESQ. ENERGIA ELÉTRICA**

[www.cepel.br](http://www.cepel.br)

**CIA. METROPOLITANO S. PAULO - METRÔ**

[www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br)

**CIKEL LOGISTICA E SERVIÇOS LTDA.**

[www.cikel.com.br](http://www.cikel.com.br)

**COMÉRCIO E INDÚSTRIA REFIATE LTDA.**

[www.ypci.com.br](http://www.ypci.com.br)

**CONFAB TUBOS S/A**

[www.confab.com.br](http://www.confab.com.br)

**C & Q CONSULTORIA E TREINAMENTO**

[www.ceqtreinamento.com.br](http://www.ceqtreinamento.com.br)

**CORROCOAT SERVIÇOS LTDA.**

[www.corrocoat.com.br](http://www.corrocoat.com.br)

**DEPRAN MANUTENÇÃO INDUSTRIAL LTDA.**

[www.depran.com.br](http://www.depran.com.br)

**DETEN QUÍMICA S/A**

[www.deten.com.br](http://www.deten.com.br)

**DOERKEN DO BRASIL ANTI-CORROSIVOS LTDA.**

[www.doerken-mks.de](http://www.doerken-mks.de)

**DUROTEC INDUSTRIAL LTDA.**

[www.durotec.com.br](http://www.durotec.com.br)

**ELETRONUCLEAR S/A**

[www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)

**EGD ENGENHARIA**

[www.engedutoengenharia.com.br](http://www.engedutoengenharia.com.br)

**EQUILAM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

[www.equilam.com.br](http://www.equilam.com.br)

**ESCALAR EQUIPAMENTOS LTDA.**

[www.escalarequipamentos.com.br](http://www.escalarequipamentos.com.br)

**FIRST FISCHER PROTEÇÃO CATÓDICA**

[www.firstfischer.com.br](http://www.firstfischer.com.br)

**FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A**

[www.furnas.com.br](http://www.furnas.com.br)

**GAITEC COM. E SERV. DE AUTOM. DO BRASIL LTDA.**

[www.gaitecsistemas.com.br](http://www.gaitecsistemas.com.br)

**G P NIQUEL DURO LTDA.**

[www.grupogp.com.br](http://www.grupogp.com.br)

**HARCO DO BRASIL IMP. E EXP.**

[www.harco brasil.com](http://www.harco brasil.com)

**HENKEL LTDA.**

[www.henkel.com.br](http://www.henkel.com.br)

**HITA COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA.**

[www.hita.com.br](http://www.hita.com.br)

**IEC INSTALAÇÕES E ENG<sup>ª</sup> DE CORROSÃO LTDA.**

[www.iecengenharia.com.br](http://www.iecengenharia.com.br)

**INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE**

[www.mackenzie.com.br](http://www.mackenzie.com.br)

**INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA**

[www.int.gov.br](http://www.int.gov.br)

**JOTUN BRASIL IMP. EXP. E IND. DE TINTAS LTDA.**

[www.jotun.com](http://www.jotun.com)

**JPI REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS**

[www.polyspray.com.br](http://www.polyspray.com.br)

**MANGELS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

[www.mangels.com.br](http://www.mangels.com.br)

**MAX PINTURAS E REVESTIMENTOS LTDA.**

[www.maxpinturas.com.br](http://www.maxpinturas.com.br)

**MORKEN BRA. COM. E SERV. DE DUTOS E INST. LTDA.**

[www.morkenbrasil.com.br](http://www.morkenbrasil.com.br)

**MTT ASELCO AUTOMAÇÃO LTDA.**

[www.aselco.com.br](http://www.aselco.com.br)

**MULTIALLOY METAIS E LIGAS ESPECIAIS LTDA.**

[www.multialloy.com.br](http://www.multialloy.com.br)

**NALCO BRASIL LTDA.**

[www.nalco.com.br](http://www.nalco.com.br)

**NOF METAL COATINGS SOUTH AMERICA**

[www.nofmetalcoatings.com](http://www.nofmetalcoatings.com)

**NOVA COATING TECNOLOGIA, COM. SERV. LTDA.**

[www.novacoating.com.br](http://www.novacoating.com.br)

**OPTEC TECNOLOGIA LTDA.**

[www.optec.com.br](http://www.optec.com.br)

**PERFORTEX IND. DE RECOB. DE SUPERF. LTDA.**

[www.perfortex.com.br](http://www.perfortex.com.br)

**PETROBRAS S/A - CENPES**

[www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)

**PETROBRAS TRANSPORTES S/A - TRANSPETRO**

[www.transpetro.com.br](http://www.transpetro.com.br)

**PINTURAS YPIRANGA**

[www.pinturasypiranga.com.br](http://www.pinturasypiranga.com.br)

**PORTAL HOME LTDA.**

[sac.portal@hotmail.com](mailto:sac.portal@hotmail.com)

**PPG IND. DO BRASIL TINTAS E VERNIZES**

[www.ppgpmc.com.br](http://www.ppgpmc.com.br)

**PPL MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA.**

[www.pplmanutencao.com.br](http://www.pplmanutencao.com.br)

**PROMAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO LTDA.**

[www.promarpintura.com.br](http://www.promarpintura.com.br)

**QUÍMICA INDUSTRIAL UNIÃO LTDA.**

[www.tintasjumbo.com.br](http://www.tintasjumbo.com.br)

**RENNER HERMANN S/A**

[www.rennermm.com.br](http://www.rennermm.com.br)

**RESINAR MATERIAIS COMPOSTOS**

[www.resinar.com.br](http://www.resinar.com.br)

**ROXAR DO BRASIL LTDA.**

[www.roxar.com](http://www.roxar.com)

**RUST ENGENHARIA LTDA.**

[www.rust.com.br](http://www.rust.com.br)

**SACOR SIDEROTÉCNICA S/A**

[www.sacor.com.br](http://www.sacor.com.br)

**SERPRO IND. DE PROD. QUÍMICOS LTDA.**

[www.serproquimica.com.br](http://www.serproquimica.com.br)

**SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL - DIV. SUMARÉ**

[www.sherwinwilliams.com.br](http://www.sherwinwilliams.com.br)

**SOCOTHERM BRASIL**

[www.socotherm.com.br](http://www.socotherm.com.br)

**SOFT METAIS LTDA.**

[www.softmetais.com.br](http://www.softmetais.com.br)

**SURTEC DO BRASIL LTDA.**

[www.surtec.com.br](http://www.surtec.com.br)

**TBG - TRANSP. BRAS. GASODUTO BOLIVIA-BRASIL**

[www.tbg.com.br](http://www.tbg.com.br)

**TECNOFINK LTDA.**

[www.tecnofink.com](http://www.tecnofink.com)

**TEC-HIDRO IND. COM. E SERVIÇOS LTDA.**

[tec-hidro@tec-hidro.com.br](mailto:tec-hidro@tec-hidro.com.br)

**TECNO QUÍMICA S/A.**

[www.reflex.com.br](http://www.reflex.com.br)

**TFIRST COM. E INTERMEDIÇÃO DE NEGÓCIOS**

[comercial@tfirst.com.br](mailto:comercial@tfirst.com.br)

**TTS - TEC. TOOL SERV. E SIST. DE AUTOMAÇÃO LTDA.**

[info@ttsbr.com.br](mailto:info@ttsbr.com.br)

**ULTRAJATO ANTICORROSÃO E PINT. INDUSTRIAIS**

[www.ultrajato.com.br](http://www.ultrajato.com.br)

**UNICONTROL INTERNATIONAL LTDA.**

[www.unicontrol.ind.br](http://www.unicontrol.ind.br)

**VCI BRASIL IND. E COM. DE EMBALAGENS LTDA.**

[www.vcibrasil.com.br](http://www.vcibrasil.com.br)

**WEG INDÚSTRIAS S/A - QUÍMICA**

[www.weg.com.br](http://www.weg.com.br)

**W.O. ENGENHARIA LTDA.**

[www.woengenharia.com.br](http://www.woengenharia.com.br)

**ZERUST PREVENÇÃO DE CORROSÃO LTDA.**

[www.zerust.com.br](http://www.zerust.com.br)

**ZINCOLIGAS IND. E COM. LTDA.**

[www.zincoligas.com.br](http://www.zincoligas.com.br)

# PROCESSO ALCALINO DE ZINCO NÍQUEL

## SurTec 716

### CARACTERÍSTICAS

- Três vezes mais duro que o Zn puro
- Excelente distribuição de camada
- Maior estabilidade do eletrólito
- Combina eletroquimicamente com o Al
- Alta resistência térmica até 160°C
- Sem periculosidade com fragilização por hidrogênio
- Resiste a todas substâncias hidráulicas comuns
- Não libera mais níquel metal que o aço Inox 316

### BENEFÍCIOS

- Melhor comportamento tribológico
- Ideal para peças de geometria complexa
- Processo de simples controle
- Enorme redução da corrosão por contato
- Ótimo para peças na região do motor
- Indicado para peças temperadas
- Alta resistência química
- Mínima periculosidade com dermatites



SurTec do Brasil Ltda.  
11 4334.7316 • 11 4334.7317  
centraltec@br.surtec.com  
www.surtec.com.br

**Sur  
Tec**